

ARCHIVES

DE

L'INSTITUT DE BOTANIQUE

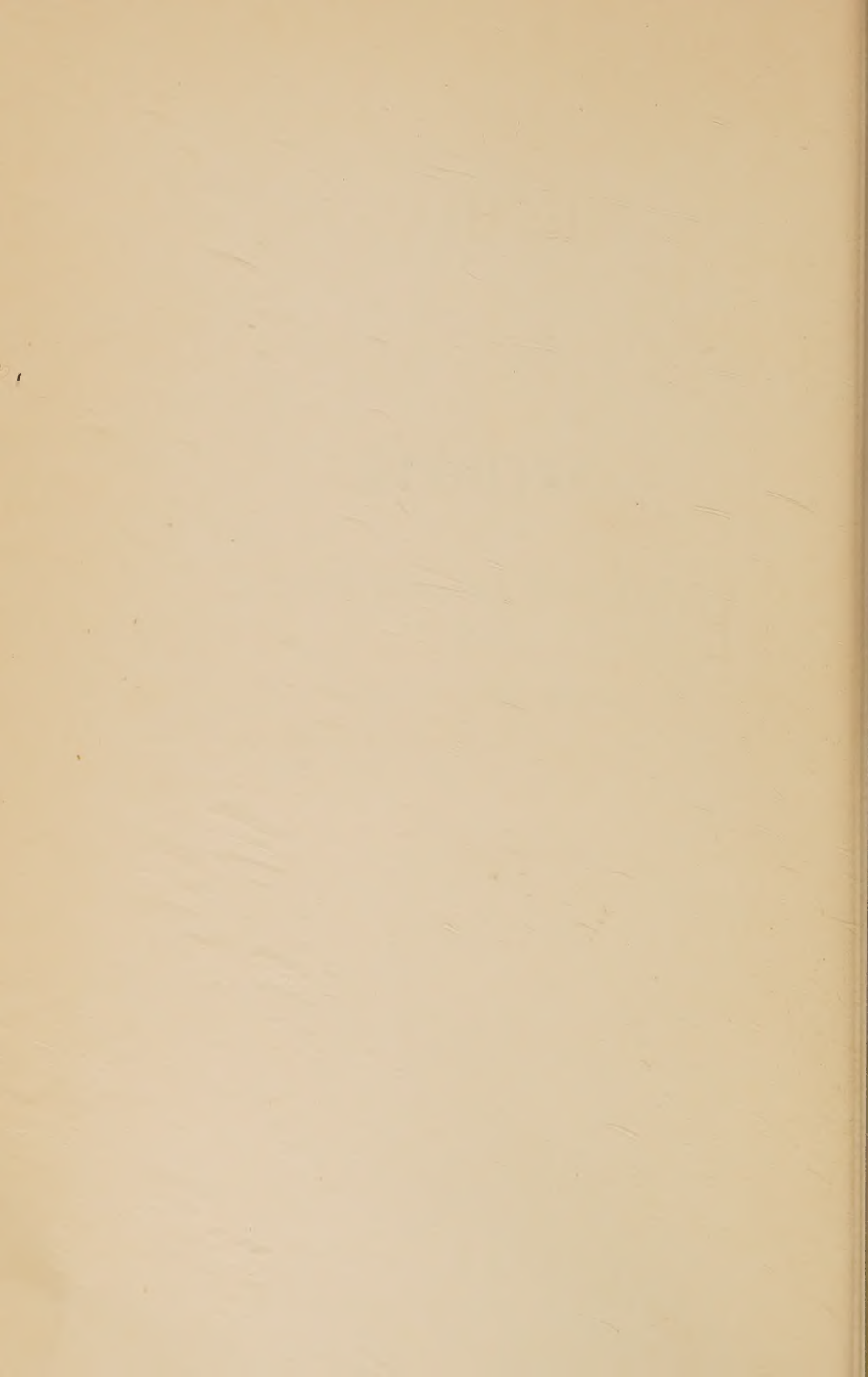
publiées sous la direction
de Dr. Ray. BOUILLENNE.

1. Ray. et M. BOUILLENNE. Evolution récente de la végétation des Hautes Fagnes du Plateau de la Baraque Michel en Belgique.
2. Ray. et M. BOUILLENNE et P. PRÉVOT. Une Association végétale à *Empetrum* dans les Fagnes de Clefay.
3. R. RONCART. Quelques particularités de la Flore des environs de Verviers.
4. M. et Ray. BOUILLENNE. Recherches expérimentales sur l'Agent toxique du Pollen d'*Ambrosia* div. sp. (Compositacées), 1^{re} et 2^e partie.
5. Ray. BOUILLENNE. Contribution à l'étude des Phénomènes d'Osmose dans les cellules végétales. Un appareil nouveau pour la mesure des vitesses de pénétration des solutions salines dans le protoplasme végétal.
6. Ray. BOUILLENNE. Etudes sur la perméabilité des Cellules de *Tradescantia Virginica* et d'*Allium Cepa*.
7. Ray. et M. BOUILLENNE. La Sexualité et les Oxydations cellulaires chez *Mercurialis Annua*.
8. Ray. et M. BOUILLENNE. Oxydations respiratoires et teneur en sucres dans les deux sexes de *Mercurialis Annua*.
9. Ray. BOUILLENNE et H. BELICHEVA. Concentration des sucres totaux dans les boutures de *Salix* sp. et de *Cacalia articulata*.
10. A. MONOYER. Morphologie et Ecologie de *Heleocharis palustris* L.
11. C. CHEVALIER. Broméliacées inédites.

LIÈGE
Georges THONE, Éditeur

—
1932

ARCHIVES
DE
L'INSTITUT DE BOTANIQUE
DE
L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE



ARCHIVES

DE

L'INSTITUT DE BOTANIQUE

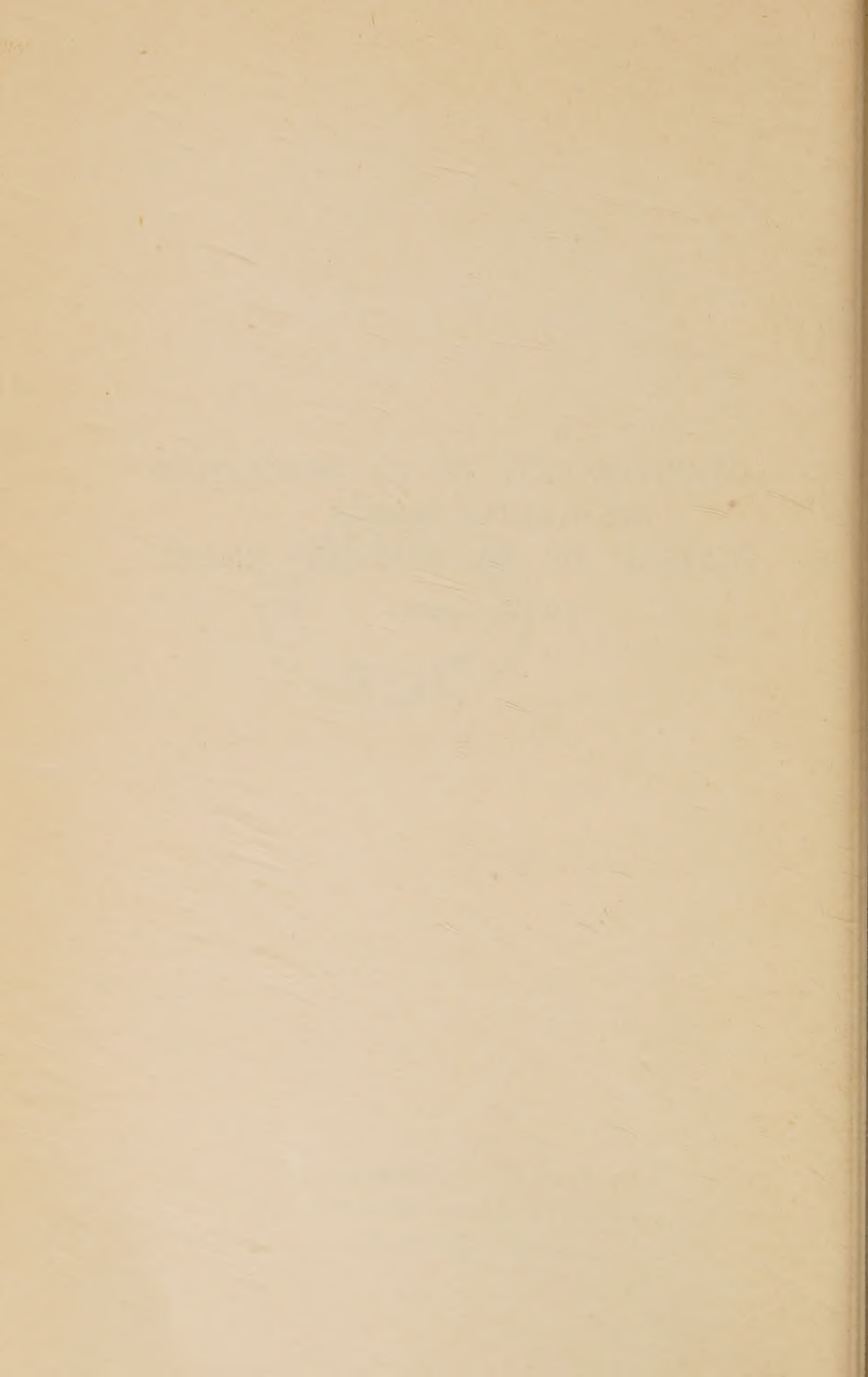
publiées sous la direction
de Dr. Ray. BOUILLENNE.

1. Ray. et M. BOUILLENNE. Evolution récente de la végétation des Hautes Fagnes du Plateau de la Baraque Michel en Belgique.
2. Ray. et M. BOUILLENNE et P. PRÉVOT. Une Association végétale à *Empetrum* dans les Fagnes de Clefay.
3. R. RONCART. Quelques particularités de la Flore des environs de Verviers.
4. M. et Ray. BOUILLENNE. Recherches expérimentales sur l'Agent toxique du Pollen d'*Ambrosia* div. sp. (Compositacées), 1^{re} et 2^e partie.
5. Ray. BOUILLENNE Contribution à l'étude des Phénomènes d'Osmose dans les cellules végétales. Un appareil nouveau pour la mesure des vitesses de pénétration des solutions salines dans le protoplasme végétal.
6. Ray. BOUILLENNE. Etudes sur la perméabilité des Cellules de *Tradescantia Virginica* et d'*Allium Cepa*.
7. Ray. et M. BOUILLENNE. La Sexualité et les Oxydations cellulaires chez *Mercurialis Annua*.
8. Ray. et M. BOUILLENNE. Oxydations respiratoires et teneur en sucres dans les deux sexes de *Mercurialis Annua*.
9. Ray. BOUILLENNE et H. BELTCHEVA. Concentration des sucres totaux dans les boutures de *Salix* sp. et de *Cacalia articulata*.
10. A. MONOYER. Morphologie et Ecologie de *Heleocharis palustris* L.
11. C. CHEVALIER. Broméliacées inédites.



Correspondances et échanges :
M. A. MONOYER, secrétaire des Archives
3, rue Fusch, Liège (Belgique)

EVOLUTION RÉCENTE DE LA VÉGÉTATION
DES HAUTES FAGNES
DU PLATEAU DE LA BARAQUE MICHEL
EN BELGIQUE



EVOLUTION RECENTE DE LA VEGETATION

DES HAUTES FAGNES

DU PLATEAU DE LA BARAQUE MICHEL

EN BELGIQUE

par

Ray. et M. BOUILLENNE

LIÉGE

Georges THONE, Editeur

—
1932

Evolution récente de la végétation des Hautes Fagnes du plateau de la Baraque Michel, en Belgique

A partir de l'été et de l'automne de 1925, nous avons entrepris l'étude systématique de la végétation des Fagnes du plateau de la Baraque Michel, dans ses parties les moins altérées par l'exploitation de la tourbe, les plantations d'épicéas et le drainage systématique.

La station scientifique de l'Université de Liège, établie en pleine solitude, près du point culminant de la Belgique (674 mètres), nous a généreusement offert sa rustique et cordiale hospitalité.

Cette étude de longue haleine implique l'emploi des méthodes de détermination des associations végétales et de statistiques biologiques que la Phytogéographie adopte à l'heure actuelle.

Pour compléter ce travail et en dégager des conclusions d'ordre plus général que ne l'eût permis une simple énumération des espèces constituant les associations, il m'a paru utile d'y introduire les données de l'étude physico-chimique du milieu. Les analyses délicates et les dosages rigoureux que comporte cette partie des recherches, ont été réalisés avec une grande compétence par M^{me} Marie Bouillenne.

Le haut plateau des Fagnes belges (maximum d'altitude 700 mètres) porte dans ses parties encore libres quelques associations fort intéressantes. En ordre principal, trois complexes s'y juxtaposent : tourbière à *Sphagnum* (fig. 1 et 3bis), lande à *Calluna vulgaris* (Bruyère) (fig. 2bis); ces deux associations peuvent être considérées comme territoires de refuge où sont conservées une vingtaine d'espèces boréales ou alpines (fig. 2); forêts de hêtres aujourd'hui à peu près complètement abattues, mais dont il reste encore quelques lambeaux intacts (Roerbusch) (fig. 4bis); groupes d'arbres, vieux Bouleaux, Saules, Hêtres, Chênes, pouvant constituer par place de petits bois peu denses, d'aspect fort caractéristique, ou bien arbres isolés que

les voyageurs des sentiers fangeux de la période héroïque désignaient d'une manière spéciale, car ils servaient de points de repère pendant les bourrasques de neige et les temps de brouillard ; « Aux trois hêtres », « Rond Fahaix », « Ovifat » (nom de village) : « Au vieux Fays », de *Fagus*, hêtre, etc. Ces hêtres ne semblent pas avoir été plantés et non plus être des vestiges de hêtraies anciennes qui auraient couvert le plateau pendant la période historique.

Nous devons signaler, en outre, de nombreux bois de *Picea excelsa* plantés (fig. 4).

La présente communication va décrire une association nouvelle : *Polytricheto-Salicetum* qui, par ses caractères remarquables, mérite une étude immédiate et approfondie. Les résultats obtenus, sont, au point de vue des *successions végétales*, fort importants pour l'histoire botanique de cette région.

Nous désignons par ce terme une association fréquente et très stricte de mousse *Polytrichum div. sp.* avec *Salix cinerea* L. : grandes plages de mousse où sont implantés de petits arbres espacés et d'aspect rabougri (fig. 3).

Polytrichum div. sp. couvre complètement le sol d'un tapis épais, très dense et d'un beau vert mat, formé de tiges hautes de 25 à 50 cm., serrées les unes contre les autres en une végétation exclusive. On y trouve par plaques unispécifiques selon l'humidité plus ou moins grande des emplacements : *Polytrichum commune* L. ; *P. formosum* Hedw. ; *P. gracile* Dicks ; *P. piliferum* Schreb. ⁽¹⁾. *Polytrichum commune* L. est de loin le plus abondant ; *P. formosum* Hedw. est également bien représenté. Cette association peut être considérée comme un *Polytrichetum* typique.

Rares sont les espèces phanérogamiques.

Salix cinerea L., accompagné ordinairement en nombre moindre de *Alnus glutinosa* Gaert. et de *S. repens* L. est implanté dans cette couverture de mousse. Les arbres, d'aspect buissonnant, isolés les uns des autres, sont plus ou moins abondants

⁽¹⁾ Nous devons à l'obligeante compétence de M. Van den Broeck, d'Anvers, la détermination de ces diverses espèces de *Polytrichum* ; nous lui adressons ici nos plus vifs remerciements.



Cliché R. Bouillenne.

FIG 1. — La Haute Fagne marécageuse ; Vallée de la Roer.

De l'épais tapis de *Sphagnum* et de la tourbe sous-jacente suinte, même par les plus grandes sécheresses, une eau abondante et noire.



Cliché R. Bouillenne.

FIG. 2 bis. — Paysage d'ensemble des fagnes du Venn-Bach ; landes à *Calluna vulgaris* avec lignes de feuillus spontanés ;
au loin, épicéas plantés.



selon les endroits : tantôt un individu par mètre carré, tantôt un par trois ou quatre mètres carrés, ne formant nulle part de taillis denses ; leur hauteur moyenne est de 1 mètre à 1 m. 50. En certaines plages, quelques rares individus atteignent cependant 2 mètres.

Le groupement lâche de ces petits arbres et leur maigre ramification ne fixent pas dès l'abord l'attention et l'on remarque malaisément que *la dispersion de ce Salicetum coïncide exactement avec les plages du Polytrichetum.*

L'association Polytricheto-Salicetum est *constante*. Sa large répartition découpe sur le sol roux des Fagnes de grandes taches dont les limites sont d'une netteté remarquable. (Voir carte fig. 8.)

Pour se rendre compte de ces trois caractères : *constance, étendue, netteté de limite*, il faut parcourir à pied les grandes fagnes spongieuses et désolées du Rond-Fahay, du Long-Loup, de Botrange, celles de la Hoëgne supérieure, de la Baraque Michel et la Fagne wallonne; patauger du matin au soir dans l'eau glacée des Sphagnum, trébucher sur les touffes chevelues de *Molinia coerulea* Moench., à la recherche du *tapis relativement sec* et doux des plages moussues où le pied se pose ferme et avance sans effort. Et l'on remarque toujours le même faciès : des arbustes clairsemés dans des proportions constantes, sur des plages vertes qui semblent taillées à l'emporte-pièce dans la Fagne.

On constate aussi que les limites sont généralement ondulées et que les plages sont *toujours en contrebas* du niveau de la fagne d'alentour ; elles sont environnées d'un ressaut de terre tourbeuse, net comme une marche d'escalier. La dénivellation, également importante autour d'une même plage, varie de 0 m. 10 à 0 m. 60 selon les stations.

CONSTITUANTS SECONDAIRES DU POLYTRICHETO-SALICETUM

Sur la couverture de mousse, outre *Salix* et *Alnus*, on trouve des individus isolés, rares et parfois uniques de quelques

espèces qu'on rencontre aussi en Fagne. Les fréquences sont très diverses ⁽¹⁾.

Ce sont :

GRAMINÉES : *Agrostis canina* L. et *A. vulgaris* With. ; *Deschampsia flexuosa* Trin. ; *Molinia coerulea* Moench, de fréquence comparable : environ deux individus par mètre carré.

CYPÉRACÉES : *Carex Goodenowii* Gay., un par mètre carré ; *Eriophorum vaginatum* L., deux-trois par mètre carré ; *E. polystachyon* L., un par mètre carré.

JONCACÉES : *Juncus squarrosus* L. deux-trois par mètre carré ; *Juncus conglomeratus* L. un par mètre carré.

Salix repens L. ; *Potentilla Tormentilla* L., un par mètre carré ; *Genista anglica* L. ; *G. pilosa* L., rare ; *Calluna vulgaris* (L.) Hull., en grosses touffes très clairsemées ; *Epilobium angustifolium* L., en échantillons rares et chétifs ; *Solidago Virga aurea* L. ; *Lotus uliginosus* Schk., très rare ; un champignon, *Marasmius* sp. fréquent, disposé en ronds de sorcière.

Parmi ces quelques espèces, accompagnant le complexe *Polytricheto-Salicetum*, les Graminées, Cypéracées et Juncacées se présentent avec plus de fréquence que les autres.

Il est curieux de constater que les plantes suivantes caractéristiques des Fagnes, ne s'y introduisent que rarement : *Vaccinium uliginosum* L. pourtant si abondant sur le plateau ; *Vaccinium Myrtillus*, L. ; *V. Vitis-Idaea* L. ; *Narthecium ossifragum* Huds. ; *Oxycoccus quadripetalus* Gilibert ; *Andromeda polifolia* L. ; *Sphagnum* div. sp.

*
* *

En quelques endroits, où *Salix cinerea* L. et *Alnus glutinosa* L. sont nombreux et de taille élevée, comme à Beau-Loup, dans les Fagnes de Botrange et le long de la route de Malmédy (kilom. 10), un léger sous-bois se développe : *Polytrichum* y est étouffé et remplacé par *Juncus acutiflorus* Ehrl., en groupes denses ; *Viola palustris* L. ; *Pteridium aquilinum* Kuhn. ; *Suc-*

(1) Les degrés de fréquence n'ont pu être établis par suite des chutes de neige précoces qui ont recouvert entièrement le sol.

cisa pratensis Moench. ; *Galium Hercynicum* Weigel. ; *Potentilla Tormentilla* abondant ; *Vaccinium Vitis-Idaea*, L. ; *V. uliginosum* L. ; *V. Myrtillus* L. ; *Calluna vulgaris* L. ; *Rubus Idaeus* L.

Parmi les espèces assemblées sous les buissons de saules, on trouve des plantules de *Frangula Alnus* Miller., *Betula pubescens* Ehrli., *Sorbus aucuparia* L., *Populus tremula* L., *Quercus*, *Fagus*, qui ont germé sous leur protection. *Frangula Alnus* Miller., *Betula pubescens* Ehrli. et *Populus tremula* L. existent, dans les *Polytricheto-Salicetum* établis au bord de la Hoëgne supérieure et dans la fagne de Botrange parcourue de ruisseaux, en individus dépassant les buissons du *Salicetum*.

Cependant aucun de ces arbres n'atteint 3 mètres de hauteur : observation curieuse, si l'on songe que cette taille-limite correspond à un âge maximum de huit à quinze ans pour les plus élevés. On peut d'ailleurs vérifier cet âge par l'examen des épaissements annuels, dans la coupe transversale de la base des troncs.

SIGNIFICATION DE CETTE ASSOCIATION PARMI LA VÉGÉTATION DES FAGNES

Les constituants primaires, *Polytrichum*, *Salix* et *Alnus* de même que les constituants secondaires existent dans les Fagnes du Haut-Plateau.

Les constituants secondaires y sont dispersés partout en individus nombreux.

Les constituants primaires : *Polytrichum* div. sp., *Salix cinerea* L. et *Alnus glutinosa* L. y sont peu abondants. *Polytrichum* div. sp. sont dispersés sous forme de petites touffes isolées, basses et peu apparentes ⁽¹⁾ ; *Salix cinerea* et *Alnus glutinosa* se rencontrent uniquement à la lisière des bois d'épicéas, au bord des fossés, le long des chemins et des routes ; ils

(1) Cependant à certains endroits, en dehors du ressaut net délimitant le *Polytricho-Salicetum*, on remarque une assez grande abondance de *Polytrichum* : tapis, discontinu, peu défini, fortement mélangé avec les éléments du *Sphagnetum*. Ce fait est dû vraisemblablement à l'introduction dans le *Sphagnetum* des conditions spéciales qui déterminent la formation de l'Association, ou inversement, par suite de l'accumulation d'eau dans certaines dépressions du *Polytrichetum*.

n'existent point parmi les associations végétales typiques des Hautes-Fagnes à *Sphagnetum* et à *Callunetum*.

*
* *

Les Hautes-Fagnes constituent un ensemble géographique habituellement désigné du nom de « *Hoch-Moor* » par les Allemands et les Scandinaves, qui se sont beaucoup intéressés à ces études. Elles ne portent pas d'arbres. Le paysage immense et nu caractérise ces régions impressionnantes et inhabitées. De mémoire d'homme, en Belgique, il est resté celui que nous évoquons.

D'aucuns prétendent que les Fagnes étaient couvertes au début de l'ère chrétienne de grandes forêts de hêtres et que leur nom de fagnes même vient du *Fagus* latin. Mais une éventualité forestière aussi récente me paraît peu vraisemblable et l'origine étymologique du mot Fagne doit être attribuée au gothique *fâni* qui signifie tourbe ⁽¹⁾.

Cependant aujourd'hui, il existe en Fagne des groupes spontanés d'arbres : vieux Boulcaux, Saules, Aulnes, Chênes, constituant de petits bosquets, refuges appréciés du gros gibier. (Fig. 5.) Parfois, ils forment seulement des touffes de 2-3 individus. Tordus et à moitié pourris, croulant peu à peu sous les grands vents d'automne et les lourdes masses de neige, ils s'enlisent dans le marécage de *Sphagnum*. Ailleurs, ces groupes plus ou moins rapprochés constituent un faciès de fagne légèrement boisée, d'aspect échevelé et très pittoresque, qui se rencontre surtout dans le haut des vallées de la Helle (fig. 6), de la Roer, du Schwarz Bach et dans certaines fagnes très spéciales incluses au milieu de forêts, (dans la splendide hêtraie du Roerbusch, par exemple). Ce faciès se trouve aussi représenté sur le Haut-Plateau en de rares endroits et comporte des associations différentes de celles du Hoch-Moor ; il est plus riche en espèces ; il n'est pas en corrélation directe avec le *Polytricheto-salicetum*. Dans beaucoup d'endroits, cette formation de

⁽¹⁾ Ce renseignement est dû à la bienveillance de M. J. Haust, Professeur de Dialectologie wallonne à l'Université de Liège.



Cliché R. Bouillenne.

FIG. 3 bis. — La fagne typique à *Sphagnum* ; un fossé dans la tourbe, reste d'une ancienne exploitation.

forêt claire de Bouleaux et d'Aulnes est en voie de régression. La forêt fait place au *Sphagnetum*.

La grande extension prise par les jeunes arbres, *Salix*, *Alnus*, en rapport constant avec les plages de *Polytrichum*, pose, dans les Hautes-Fagnes, un problème nouveau : celui de la réapparition spontanée des arbres.

Salix cinerea L. est un arbuste : l'âge n'en modifiera guère la taille. Mais ses buissons abritent de jeunes individus d'espèces de grande taille : *Betula*, *Frangula*, *Populus*, *Quercus*, *Sorbus*. Dans quelques années, ces derniers auront grandi et les Hautes-Fagnes de la Baraque Michel prendront, tout au moins en partie, l'aspect de forêts claires.

Pour l'instant, *Salix* et *Alnus*, arbustes clairsemés et rabougris, dépassent à peine, dans les horizons fangeux, le niveau de la végétation basse des joncs et des bruyères. Ils échappent à l'attention. Leur groupement sur les plages de mousse n'en est pas moins fort important. Il ne s'agit pas d'un fait particulier et restreint. La multiplication des espèces ligneuses parallèlement à celle de *Polytrichum* est ici un phénomène généralisé. Voir la carte (fig. 8). De plus, il est récent : l'âge limite des arbres en fait foi. *Jusqu'à présent, cette association n'a pas encore été signalée en Belgique.*

Le problème peut ainsi se formuler :

*Quels sont les facteurs qui ont modifié les conditions biologiques du milieu des Hautes-Fagnes au point que ces dernières, botaniquement caractérisées aujourd'hui par l'absence d'espèces arborescentes, portent sur de très grandes étendues des taillis de *Salix* et d'*Alnus*, limités exclusivement à des plages de *Polytrichum* ? Quelles sont les causes de l'apparition de l'association Polytricheto-Salicetum ?*

ALTERNANCE DE VÉGÉTATION ?

A part les massifs de feuillus de la forêt du Roerbusch et les forêts claires de Bouleaux dont nous venons de parler, nous ne connaissons aujourd'hui en Fagne que des forêts plantées de Conifères (fig. 4) : *Picea excelsa*, *Pinus silvestris* ⁽¹⁾ ; mais

(1) *Pinus silvestris* a été planté naguère par l'Administration belge

dans l'histoire géologique de la région, le phénomène d'un boisement de feuillus n'est pas nouveau. L'examen de la tranche des tourbières exploitées révèle la succession des végétations anciennes qui ont accumulé leurs débris pendant la période Holocène. A 1 mètre ou 1 m. 50 sous la surface du sol actuel, il existe une zone interrompue de souches, de branches et de troncs de vieux bouleaux de grandes dimensions qui ont été jadis enlisés dans la Fagne et sur lesquels une tourbe à *Sphagnum* s'est constituée.

La continuité de cette zone, dans la tranche des tourbières, fournit la preuve de l'existence passée de forêts. Ces arbres sont, en majeure partie, des bouleaux. La période de Fagne marécageuse que nous connaissons a donc été précédée d'une période de Fagne forestière. D'autre part, à l'heure actuelle, nous observons des territoires de fagnes boisées en voie de disparitions, enfouies peu à peu dans une recrudescence de *Sphagnum* qui devient dominant (fig. 5 et 7).

Ce phénomène de succession n'est pas isolé. Il a été observé à plusieurs reprises dans d'autres pays. En Belgique également, il s'est produit autrefois : au-dessus de la zone des souches fossiles de bouleaux, se développe une épaisse couche de tourbe compacte, sans particules arborescentes, paraissant constituée principalement de *Sphagnum* (fig. 7).

*
* *

A l'heure actuelle, on explique communément ces alternances : forêts-fagnes-forêts, par les manifestations des successions végétales spontanées. Les causes de ces alternances ont été recherchées par de nombreux auteurs. Ne pourrait-on considérer l'association *Polytricheto-salicetum* comme la phase préparatoire de la réapparition des forêts et confirmer par là, les données acquises ?

D'après R. Chodat (¹), un tapis de *Sphagnum* évapore cinq

des Eaux et Forêts à titre d'essai (par exemple au lieu dit « Noir Flohay »), sans aucun succès. En effet, le poids des neiges abat généralement cet arbre.

(¹) R. CHODAT, *Biologie des Plantes*, Atar, Genève.



Cliche R. Bouanne.

FIG. 4. — Sur les pentes qui mènent aux Hautes Fagnes, il y a des bois plantés de *Picea excelsa*. Ici, la drève monumentale du « Rond Fahaix ».

fois plus qu'une même surface exposée librement à l'air. Lorsque ce tapis devient très épais, l'eau du sous-sol ne parvient plus à monter par capillarité et superficiellement la Fagne devient sèche. Cette condition permet l'implantation de végétaux supérieurs, de buissons et d'arbres. Quand la Fagne demeure longtemps sèche, elle porte *Polytrichum*, des bruyères et des lichens. En Suisse, il se constitue ainsi des fagnes-forêts ou landes, avec *Pinus montana* et *Betula pubescens*. Mais peu à peu, on observe un retour de la lande à la fagne, par suite de l'humidité progressive que la forêt ramène et retient.

Cette succession de végétations alternantes est une preuve, ou bien de modifications importantes et périodiques du climat, ou bien d'oscillations autonomes de la tourbière sous l'influence des alternances de sécheresse et d'humidité provoquées par sa propre activité.

ORIGINE DU POLYTRICHETO-SALICETUM

Durant ces dernières années, les Hautes-Fagnes de la Baraque Michel se sont desséchées considérablement.

Le climat ne semble pas avoir subi de modifications importantes. Les raisons de ce phénomène de dessèchement peuvent être recherchées, soit dans l'intervention assez active de l'habitant par le drainage, les plantations d'épicéas, soit dans l'hypothèse que nous nous trouvons en présence d'une période naturelle de dessiccation progressive.

L'action générale du drainage et de la plantation est indéniable. Cependant, elle ne suffit pas à expliquer l'apparition de l'association *Polytricheto-Salicetum*. En effet, cette association est récente. Son origine ne peut remonter plus loin qu'à dix ou vingt ans. Elle a dû apparaître à peu près en même temps sur tout le plateau ; tandis que le drainage et le boisement ont été progressifs. De plus, les particularités de limites brusques, nettes, ondulées, de situation en contre-bas du niveau d'alentour sont incompatibles avec les effets habituels de ces modifications.

Ces deux dernières particularités semblent indiquer plutôt

des fonds de tourbières abandonnées. Le complexe résulterait donc d'une intervention humaine d'une autre catégorie.

Mais cette hypothèse doit être immédiatement écartée :

1° Le ressaut, qui correspondrait approximativement à la hauteur de tourbe exploitée, ne dépasse jamais 0 m. 60 et sous l'association, le sol ne comporte généralement qu'une très faible épaisseur (5 à 25 cm.) de tourbe, parfois même les mousses sont implantées directement sur de l'argile très légèrement tourbeuse. Or, les paysans choisissent toujours les vastes mame-lons roux, couverts de bruyères où ils savent trouver une épaisseur de trois à cinq mètres de tourbe et ils n'enlèvent jamais les couches inférieures de tourbe brunâtre, mélangée d'argile qui constitue un très mauvais combustible ;

2° Les plages à *Polytrichum* sont par endroits tellement étendues que l'on n'a pas le souvenir d'exploitations aussi vastes, entreprises en même temps (voir carte, fig. 8) ;

3° De nombreuses stations portent en saillies grises ou blanches sur le tapis de mousses, de gros blocs dénudés de quartzite révinien ou de poudingue tertiaire, enlisés partiellement dans l'argile du sous-sol (fig. 5bis). En certains endroits, comme au Beau-Loup, au Rond-Fahay, ils sont d'une abondance extraordinaire et il est bien évident que ce n'est pas l'exploitation qui a dégagé ces échiquiers de pierre.

De plus, nous remarquons qu'en aucun autre endroit des Fagnes les blocs qu'on peut apercevoir ne sont ainsi dégagés : seule l'extrémité supérieure émerge et parfois même est recouverte d'une végétation buissonnante très intéressante ;

4° Un dernier argument est celui que l'on puise dans l'étude botanique de fonds authentiques de tourbières abandonnées. Au cours de notre séjour en Fagnes, nous avons eu l'occasion d'en rencontrer un grand nombre, et chacun d'eux offre le spectacle d'une phase de colonisation progressive par les espèces caractéristiques de la Fagne. Les fonds de tourbière en voie de comblement sont, comme toute la Fagne, très humides.

Nous publierons ultérieurement une série d'observations sur les phénomènes de succession végétale et de reconstitution de la tourbe. Retenons ici la conclusion péremptoire qu'aucun



Cliché R. Bouillenne.
FIG. 4 bis — Hêtraie du Roerbusch.

des états de la recolonisation des fonds de tourbière anciens ou récents, ne révèle d'association comparable au *Polytricheto-Salicetum*. Ces fonds de tourbières reproduisent des conditions biologiques identiques à celles de la Fagne humide et portent une végétation analogue.

MODIFICATIONS SPONTANÉES DES CONDITIONS DU MILIEU ?

Nous sommes donc amenés à conclure que le *Polytricheto-Salicetum* est le résultat du jeu spontané des associations végétales sur un terrain dont les propriétés biologiques sont spéciales et fort intéressantes à rechercher.

Ces conditions, sont-elles, dans les Hautes-Fagnes belges, le produit d'une dessiccation de la surface ayant perdu contact avec l'humidité du sous-sol, comme R. Chodat l'a observé dans les « Sagnes » de la Suisse ?

Nous confirmons la coïncidence des plages de l'association avec des endroits relativement secs. Nous l'avons déjà fait remarquer. Mais ici, les raisons de cet assèchement ne sont pas les mêmes : les plages se trouvent en contrebas sur un sol presque dépourvu de tourbe : *Salix* et *Alnus* sont implantés, pour ainsi dire, à même l'argile. Il ne peut être question d'un assèchement produit par l'épaississement des couches de tourbe ralentissant la montée capillaire des eaux du sous-sol. A peine, pourrait-on interpréter la dénivellation qui marque les plages vertes de mousse comme le résultat d'une formation ralentie de tourbe aux dépens des débris moins volumineux de cette végétation spéciale !

RECHERCHES DES FACTEURS AYANT PROVOQUÉ L'APPARITION DU POLYTRICHETO-SALICETUM

Nous nous sommes attachés à étudier le complexe aux différents points de vue botanique, géographique, physico-chimique.

A. — *Point de vue botanique*

Ce point de vue ne fournit pas de réponse décisive : il n'y a pas de transition entre l'association et les Fagnes. Leurs limites sont extrêmement précises et nettes. La présence d'arbres parmi les successions végétales spontanées du plateau de la Baraque Michel est, à l'heure actuelle, un phénomène nouveau. Il date de dix à vingt ans, et il est apparu brusquement.

B. — *Point de vue géographique*

Nous avons entrepris le relevé des plages de *Polytrichetum* et dressé la carte de leur répartition. Elles ne descendent pas sous la cote 500. Elles sont donc limitées aux Hautes-Fagnes et s'étalent sur de grandes étendues. Leurs contours, généralement sinueux et arrondis, se présentent parfois en une ligne droite, très nette, suivant le bord de larges fossés profondément creusés à travers toute la couche de tourbe jusque dans l'argile (Fagnes de Botrange et du Rond-Fahay). Ces grandes plages sont interrompues en certains endroits par des îlots fangeux, dont le niveau est supérieur au sol de mousse et qui sont couverts de graminées et de jones (voir carte). Les paysans repèrent volontiers ces îlots. Ils viennent y faucher un foin sauvage et peuvent, grâce au sol relativement ferme du *Polytrichetum* environnant, y venir charrier aisément leur récolte.

C. — *Point de vue physico-chimique*

L'étude du sol ne nous a pas donné immédiatement de résultats valables. L'absence de tourbe ou la faible couche de tourbe constatée sous *Polytrichetum*, n'explique pas ce faciès botanique particulier. Nous avons, en effet, constaté que les vieux fonds de tourbières où se retrouvaient les mêmes conditions de milieu ne présentaient jamais cet aspect particulier, que la végétation reposât sur la tourbe ou sur l'argile humide.

Nous avons ensuite recherché les conditions ioniques du sol et des eaux de surface. On sait l'influence considérable de l'acidité ou de l'alcalinité sur la constitution des formations



Cliché R. Bouillenne.

FIG. 5 bis. — Association Mousses-Saules, à sa phase de début ; blocs de quartzite révinien (à gauche) enlisés partiellement dans l'argile du sous-sol, visibles à la faveur du contre-bas caractéristique du Polytricheto-Salicetum. Existant en beaucoup d'endroits ; ils sont d'ordinaire recouverts par d'épaisses couches de tourbe. Ici, la végétation des Mousses les envahit progressivement.

végétales ⁽¹⁾ et les botanistes ont depuis longtemps noté cette influence en classant les plantes dans deux grands groupes : plantes calcicoles, plantes calcifuges.

En réalité, cette classification n'exprime qu'une partie de la vérité. Les plantes, et en général tous les organismes vivants, sont sensibles à la concentration en ions H (acides) ou OH (basiques) de leur milieu. L'action catalytique des acides et des bases est fonction non pas tant de leur *concentration moléculaire* que de leur *degré de dissociation électrolytique*.

Des quantités moléculairement équivalentes (c'est-à-dire neutralisées par une même quantité de NaOH) de deux acides, Chlorhydrique et Acétique par exemple, ont, au point de vue biologique, des valeurs très différentes : l'un étant fortement dissocié en une solution aqueuse, l'autre l'étant beaucoup moins.

Sörrensen a donné à la théorie d'Arrhénius une vérification expérimentale et une expression très pratique en établissant un procédé colorimétrique suffisamment scientifique pour l'appréciation de la concentration d'un milieu en ions H libres qu'il a exprimée par la formule conventionnelle $p.H^{+}$.

Pour nos essais colorimétriques nous avons utilisé les indicateurs de Clarks et Lubs. Les échantillons d'eau étaient prélevés dans des vases paraffinés et les déterminations exécutées au laboratoire deux à trois heures après la prise d'essai. (Des expériences de contrôle nous ont démontré que dans ces conditions, le $p.H^{+}$ des eaux ne subit aucune modification). Pour l'analyse des terres, nous emportions, dans un cornet de papier non collé, un peu de terre retirée de la touffe des racines de différentes plantes. Cette terre était mise en macération dans de l'eau bidistillée neutre, puis séparée par filtration. Le filtrat limpide était soumis aux essais colorimétriques.

Des nombreuses déterminations que nous avons effectuées, il résulte que, d'une façon générale, le $p.H^{+}$ des eaux et du sol du Polytricheto-Salicetum, est légèrement moins acide que celui des endroits à Sphagnum.

(¹) Fern. CHODAT. *Influence du $p.H^{+}$ du sol sur la constitution des formations végétales*. (Thèse de l'Université de Genève).

Le tableau I donne quelques déterminations choisies parmi celles qui ont pu être vérifiées en de nombreuses circonstances : humidités diverses, sécheresse, soleil, pluies, températures variées, et qui sont restées constantes.

TABLEAU I.

ACIDITÉS COMPARÉES ENTRE :	
<i>Sphagnetum</i>	et <i>Polytricheto-Salicetum</i>
p.H.⁺ des eaux de surface	
3.69	4.7
3.94	4.52
3.7	5.2
p.H.⁺ du sol	
<i>Tourbe</i>	<i>Sol argilo-tourbeux</i>
3.55	4.2
3.0	
p.H.⁺ pris sous diverses plantes caractéristiques des deux associations	
<i>Sphagnum</i> + <i>Juncu conglo-</i>	<i>Polytrichum</i> . . . 4.97
<i>meratus</i> + <i>Potentilla Tor-</i>	<i>Salix cinerea</i> . . . 4.3
<i>mentilla</i> 3.99	<i>Betula pubescens</i> . 4.65
<i>Menyanthes trifoliata</i> 4.05	<i>Juncus squarrosus</i> . 5.15
<i>Calluna vulgaris.</i> 3.6 ; 3.75	<i>Carex Goodenowii</i> . 5.4
	<i>Pteridium aquilinum</i> .4.97

Au point de vue de leur *composition chimique*, les eaux des Polytricheto-Salicetum se sont révélées légèrement différentes de celles des trous à Sphagnum de la Fagne typique. Les eaux des Fagnes sont classées comme très peu minéralisées. Nous publions quelques résultats d'analyses. (Tableau II.) Ces chiffres ont été vérifiés à plusieurs reprises aux divers endroits de l'association ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Nous nous proposons de rechercher aussi : Ammoniaque, Phosphore, Potassium, Sodium, Soufre. Avant de pouvoir donner un chiffre



Cliché R. Bouillenne.

FIG. 2. — Le tapis de *Sphagnum* portant sa végétation typique de *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus quadripetalus*, *Erica Tetralix*, *Trientalis europaea*, etc.



Cliché R. Bouillenne.

FIG. 3. — Association nouvelle Mousses-Saules (*Polytricheto-Salicetum*). Parmi *Salix cinerea* et sur le tapis compact de Mousses apparaissent des jeunes Bouleaux, des Sorbiers, des Aulnes, des Peupliers Tremble, etc., première phase de reconstitution d'une forêt de feuillus.



Cliché R. Bouillenne.

FIG. 5. — Bosquet d'Aulnes, dans la Fagne wallonne, constituant un gîte excellent pour le gros gibier : on voit les hautes herbes couchées.

Les arbres y sont malades et dépérissent. A cet endroit, les associations végétales de la fagne prennent le dessus.

TABLEAU II.

	SPHAGNETUM	POLYTRICHETO-SALICETUM	FONTAINE-PÉRIGNY (1)
Silice	0gr.0165 ‰	0gr.008 ‰	0gr.0068 ‰
Nitrates calculés en Na NO ₃ .	moins de 0gr.000136 ‰	0gr.0018 ‰	0
Ca O.	0gr.003 ‰	0gr.004 ‰	0gr.003 ‰
Mg O	0gr.003 ‰	0gr.0051 ‰	0gr.0035 ‰
Fer	0gr.000175 ‰	0gr.00052 ‰	0gr.00008 ‰

Ces résultats indiquent évidemment une différence dans la composition du substratum et particulièrement dans la teneur en nitrates. L'association Polytricheto-Salicetum est établie sur un sol plus riche en sels minéraux. Sa localisation sur le plateau ne permet pas d'expliquer cette particularité.

D. — Cendres d'incendies de tourbe

Un fait d'observation, en soi assez banal, nous fournit les premières indications importantes. Chaque fois que nous prélevions de la terre pour analyse, sous la couche de Polytrichum, nous avions les doigts égratignés par de petites granulations anguleuses et noirâtres. Ces dernières existent dans toutes les plages de Polytrichum du plateau et ne se retrouvent jamais sur la tourbe molle et spongieuse que recouvrent les végétations diverses de la Fagne typique. Comme *Salix* et *Alnus*, elles se limitent exactement au ressaut de tourbe qui entoure l'association. L'analyse de ces petites pierres noirâtres montre qu'il s'agit de *cendres*. Toutes les plages de Polytrichum marquent donc l'emplacement d'incendies. L'aspect de ces cendres, en général très petites, correspond à celui que l'on obtient en provoquant la combustion expérimentale de la tourbe.

valable, plusieurs analyses sont nécessaires. Les difficultés d'accès ont forcément compliqué les recherches et les ont ralenties.

(1) La fontaine Périgny est une véritable source apparaissant à l'orée d'un bois d'épicéa près de l'auberge de la Baraque Michel. Elle est une des sources de la Helle. Elle prend naissance dans une fosse d'argile.

L'association Polytricheto-Salicetum marque sur les Fagnes des *incendies de tourbe*.

La découverte de cendres ainsi confinées aux limites du complexe explique les modifications subies par le terrain et les raisons biologiques de l'apparition de l'association. Elle éclaire et complète nos observations disparates :

1° La dénivellation de ces plages provient de la disparition par le feu, d'une certaine épaisseur de tourbe, épaisseur variant suivant les endroits atteints ;

2° L'âge maximum des arbres nous reporte aux environs de 1911, année restée tristement célèbre par les immenses incendies qui ont ravagé tout le plateau des Hautes-Fagnes pendant de longues semaines d'été et d'automne ⁽¹⁾. Les forêts de l'Hertogenwald, de grandes plantations d'épicéas en Fagnes ont été la proie des flammes. Et dans les endroits non boisés, la tourbe desséchée jusqu'à de grandes profondeurs est entrée en combustion lente ; cet incendie souterrain s'est déployé largement sur toute la surface du plateau, le couvrant de lourdes nappes de fumée âcre, à odeur empyreumatique de distillation sèche.

*
* *

Les renseignements bibliographiques manquent sur les transformations subies par la végétation sur les emplacements de ces incendies. Nous devons à la complaisance cordiale de M. le professeur Fredericq la relation verbale de ses propres souvenirs.

D'après M. Fredericq, pendant un certain temps, les cendres n'ont porté aucune végétation ; puis elles se sont couvertes abondamment d'*Epilobium angustifolium* L. dont la splendide floraison a couvert la Fagne d'un tapis pourpre.

La guerre de 1914-1918, ayant interrompu ses pérégrinations à travers le pays et ses observations, nous n'avons plus de documents. Cependant, M. Fredericq a bien voulu nous

⁽¹⁾ Cette année fut, dès le printemps, extraordinairement sèche et chaude ; partout en Belgique éclatèrent des incendies de forêts.



Cliché R. Bouillenne.

FIG. 6. — Les fagnes de la Vallée de la Helle. Elles présentent des associations de forêt claire de Bouleaux. Elles sont une évocation des paysages qui devaient, dans les temps très anciens, couvrir une grande partie de nos Hautes Fagnes. On retrouve des troncs analogues à ceux de ces arbres, couchés à 1 mètre de profondeur dans la tourbe.

communiquer une carte des régions atteintes par l'incendie, qu'il avait eu la curiosité de dresser peu après le désastre. Cette carte précieuse, dont nous lui sommes extrêmement reconnaissants, coïncide avec la répartition que nous avons établie de l'association *Polytricheto-Salicetum*. Ces deux observations, faites à quatorze ans d'intervalle et à des points de vue originellement étrangers, se correspondent dans leurs détails, dont voici un des plus remarquables : pendant l'incendie, les forestiers ont arrêté la propagation du feu dans la tourbe en creusant, jusqu'à l'argile, de large fossés rectilignes ; nous avons signalé cette limite de l'association en ligne droite au bord de fossés profonds.

RÉSUMÉ

L'ensemble de ces observations nous permet d'affirmer que l'association *Polytricheto-Salicetum*, c'est-à-dire le début d'un peuplement spontané de la Fagne en forêt claire de feuillus, a pris naissance sur les emplacements de fagnes incendiées profondément et que les facteurs de son origine doivent être recherchés dans les modifications physiques et chimiques apportées au sol des Fagnes par la combustion de la tourbe :

1° Un enrichissement en sels minéraux, résidus de combustion, laissés sur le terrain sous forme de cendres en partie solubles, favorise naturellement des végétations plus exigeantes que celles qui s'accommodent de la stérilité des terres de tourbe et de leur pauvreté minérale. Cette pauvreté ne convient pas aux arbres ;

2° La disparition d'une grande épaisseur de tourbe ramène la surface du sol colonisable au voisinage de l'argile : une plus grande fermeté du terrain permet le maintien des germinations d'espèces arborescentes et une plus solide implantation des arbres. De plus, et ce point est très important, la spongiosité de la terre tourbeuse disparue ou diminuée, il s'ensuit un écoulement beaucoup plus rapide des eaux de surface et un assèchement relatif du terrain. *Polytrichum*, on le sait, caractérise certaines fagnes sèches ;

3° La couverture de *Sphagnum*, largement répandue dans

les marécages des Hautes-Fagnes, constitue un milieu restrictif : peu d'espèces s'en accommodent. L'aération y est insuffisante. D'épaisses couches de *Sphagnum* serrées les unes contre les autres se transforment en une couche plus ou moins compacte de tourbe où l'absence d'oxygène et l'accumulation d'anhydride carbonique toxique empêchent la croissance de nombreuses espèces. De plus, l'acidité de la tourbe (p.H. 3,55 ; 3) constitue l'extrême limite d'acidité à laquelle la végétation soit possible ⁽¹⁾.

La combustion de la tourbe supprime ces éléments défavorables ; les cendres couvrent le sol d'une couche poreuse, aérée, moins acide. Dès lors, on conçoit qu'arbres et mousses apparaissent et prospèrent rapidement dans un milieu ainsi transformé, et peuplent spontanément de forêts les espaces incendiés.

Nos conclusions reçoivent une intéressante confirmation par les observations de Nilsson Alb. (1901) ⁽²⁾. Cet auteur signale que les *Calluna* Heide de la Suède méridionale, s'installant sur un terrain ayant subi un incendie, montrent, pendant de longues années, une mince couverture de *Polytrichum* div. sp. et de *Cladonia* div. sp.

Le reboisement naturel des hautes Fagnes belges en feuillus est dû au formidable incendie de 1911 ; il change l'aspect du plateau et modifie l'engrenage des conditions antérieures de vie.

Si l'on peut, avec raison, supposer que l'homme est intervenu pour déclancher cette catastrophe, est-il possible d'affirmer que les incendies sont exclusifs de la présence de l'homme ? Peuvent-ils se déclarer spontanément à la faveur de conditions spéciales de dessèchement, d'orages, de fermentation (l'exemple des incendies de meules de foin humide est connu de tous). Ont-ils ravagé les régions tourbeuses en dehors de notre intervention, avant même que ces contrées fussent habitées ?

Les facteurs d'incendie, que nous avons découverts à l'origine du *Polytricheto-Salicetum*, ont peut-être fonctionné à des époques lointaines. Et dès lors, il ne serait pas audacieux de

(1) RUSSEL. *Influence de la composition du sol sur la croissance des Plantes*. Trad. par Matisse.

(2) Nilsson Alb. *Sydvenska Gienghedar. Tidskrift för Skogshullning* 1901.



Cliché R. Bouillenne.

FIG. 7. — Dans la Fagne wallonne, la lisière d'un petit bois de vieux Aulnes. Quelques arbres mourant ; d'autres sont couchés sur la fagne à *Sphagnum* dont les associations végétales ramènent le marécage, envahissent et détruisent la forêt.

songer à expliquer par eux l'apparition des forêts de Bouleaux actuellement établies en certains endroits du plateau et aussi de celles dont on retrouve les restes importants dans la tranche des tourbières. Nous avons, en effet, trouvé des cendres caractérisées à diverses profondeurs dans la tourbe.

Mais si nous n'avons pas l'intention, sur la foi de ces constatations d'ordre purement actuel, de généraliser le processus des formations forestières en fagnes (fig. 4bis et 6), il est facile de se représenter les phases de la disparition des forêts anciennes par l'observation de la régression des forêts modernes devant les associations du *Sphagnetum*. En effet, on peut apercevoir le spectacle lamentable de la disparition de la forêt devant un envahissement progressif des associations du marécage à *Sphagnum* à certains endroits du plateau de la Baraque Michel. Nous l'avons déjà signalé dans les vieux bois d'épicéas plantés et dans certaines Fagnes boisées de Bouleaux et d'Aulnes (fig. 5, 6 et 7). Dans le passé, ce phénomène a dû se produire de la même manière : la zone de souches fossiles de Bouleaux se trouve sous une couche épaisse (1 à 1 m. 50) de tourbe compacte, sans particules aborescentes, constituée principalement de *Sphagnum*.

Il est un fait bien connu que les arbres maintiennent une humidité constante à leur pied et que d'autre part, ils acidifient le sol. Ces deux conditions leur deviennent très défavorables, après qu'ils ont occupé le terrain pendant le cours d'un certain nombre de générations successives.

On voit les individus résister mal aux parasites, se couvrir de Lichens. Les branches mortes font des éclaircies sur le sol qui se couvre aussitôt de plaques de *Sphagnum* de plus en plus épaisses. Celles-ci enlisent peu à peu les troncs morts.

Mais, en ce qui concerne le retour de la forêt, nous ne pouvons rien affirmer pour le passé. Pour le présent, il semble bien que les incendies de tourbes et l'association *Polytricheto-Salicetum* qui a suivi soient responsables de la réapparition d'une nouvelle population en feuillus sur les hauts plateaux tourbeux de la Belgique.

Peut-être, le *Polytricheto-Salicetum* ne constitue-t-il pas la première phase de la colonisation végétale après l'incendie. L'abondance extraordinaire sur les cendres nues d'*Epilobium*

angustifolium L., que M. L. Fredericq a signalée lors de ses excursions avant la guerre, nous le laisse supposer ! De plus nous ne connaissons pas les rapports entre ce premier état et l'état actuel.

Dans une prochaine note, nous communiquerons les résultats de voyages entrepris dans les Fagnes peu accessibles à Neu-Attlich (Montjoie) ; nous y avons recherché le début des phénomènes de colonisation végétale sur les cendres des tourbières incendiées en 1921.

*Station scientifique des Fagnes
Mont Rigi, Sourbrodt.*

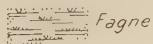


Échelle 0 1 2 3 4 5 Km

Cultures



Bois



Fagne



Polytrichet-Salicetum

**Une association végétale
à “ Empetrum „ dans les Fagnes
de Clefay**

PAR

R. et M. BOUILLENNE et P. PREVOT

BOTANIQUE.

Une association végétale à « *Empetrum* » dans les Fagnes de Clefay,

par RAY., M. BOUILLENNE et P. PREVOT (*).

I. — INTRODUCTION.

La Station scientifique de la Baraque-Michel, créée par l'Université de Liège, au point culminant de la Belgique, nous permet d'entreprendre systématiquement l'étude des associations végétales caractéristiques de la région des Hautes Fagnes. Celles-ci étalent entre 600 et 700 mètres d'altitude, sur des hauteurs largement mamelonnées, de grandes étendues de « Fagnes vierges » coupées par les lisérés sombres des bois d'épicéas.

L'été dernier, le travail d'ensemble que nous poursuivons sur cette contrée nous a conduits à porter notre attention sur des fagnes particulièrement isolées et sauvages : les Fagnes de Clefay.

Au delà de la Fagne wallonne, entre la Helle et le Schwarzbach, elles étendent leurs 150 hectares à environ 609 mètres d'altitude. Des bois d'épicéas (les épicéas proviennent de plantations datant d'une vingtaine d'années) lui font une ceinture d'un vert sombre. Elles nous étaient déjà connues par deux stations d'une plante très rare en Belgique : *Empetrum nigrum* (Tournef). C'est pour nous un grand plaisir de remercier M. l'abbé Toussaint, qui nous les a révélées par l'intermédiaire de M. le baron L. Fredericq.

(*) Présenté par MM. Fredericq et Marchal.

Dans les pays nordiques, *Empetrum nigrum* est une espèce typique de certaines associations végétales de tourbières humides.

La présente publication signale la découverte dans les fagnes de Clefay d'une tourbière où *Empetrum*, non seulement est abondant, mais encore fait partie du complexe phytosociologique.

Empetrum nigrum pose le problème suivant :

A quel groupe d'associations tourbeuses les Hautes Fagnes de notre pays peuvent-elles se rattacher? Sont-elles analogues aux tourbières de Prusse Orientale, Finlande, Suède, Norvège, Danemark, où *Empetrum* est abondant, ou bien sont-elles d'un type plus méridional et *Empetrum nigrum* ne s'y trouve-t-il qu'à la dernière limite de son extension vers le sud? L'extrême rareté de cette plante nous permettait jusqu'à présent d'orienter la question dans ce second sens.

Nous savons déjà que, dans l'ensemble, quatre complexes d'associations qui se juxtaposent constituent principalement la végétation des Fagnes Belges ⁽¹⁾ : landes à *Calluna vulgaris* Salisb.; tourbières à *Sphagnum*, territoire de refuge où sont conservées une vingtaine d'espèces boréales ou alpines ⁽²⁾; forêt de hêtres, aujourd'hui à peu près complètement abattue, mais dont il reste encore quelques lambeaux intacts (Roerbusch); enfin association *Polytricheto-Salicetum* sur laquelle nous avons récemment attiré l'attention. Il faut ajouter de nombreux bois plantés de *Picea excelsa*.

Empetrum nigrum n'avait jamais été trouvé qu'en

⁽¹⁾ R. BOUILLENNE, La Station scientifique des Hautes Fagnes (*Bulletin des Amis de l'Université de Liège*, 1930.) — IDEM, Pour l'Etude des Fagnes belges. (*Bulletin des Alumni*, juillet 1930.)

⁽²⁾ L. FREDERICQ, La Faune et la Flore glaciaires du Plateau de la Baraque-Michel (*Bull. Acad. roy. des Sc. de Belgique*, 12, 1904.)

quelques stations, en touffes séparées, sans faire partie d'un complexe d'associations.

Étant donné l'intérêt de la découverte d'une fagne à *Empetrum* au point de vue de l'évolution des tourbières de la Baraque-Michel, nous communiquerons le relevé sociologique que nous en avons établi, sans attendre le résultat de nos autres travaux sur la phytosociologie de la région des Hautes Fagnes.

II. — TECHNIQUE.

Nos résultats ont été obtenus en suivant la technique moderne de la sociologie végétale.

La notion d'Association végétale, introduite par A. de Humboldt dès 1801, est devenue un concept de base dans l'étude de la végétation d'une contrée depuis les travaux de Flahault et Schroeter (1910).

Allorge (1) la définit ainsi : « L'Association est un groupement végétal caractérisé essentiellement par une composition floristique déterminée et relativement constante dans les limites d'une aire donnée. »

Éliminer les erreurs personnelles d'observation dans l'inventaire des plantes faisant partie d'une association a fort longtemps constitué une grosse difficulté. Une certaine imprécision entache en effet la manière d'exprimer la fréquence, la rareté ou la localisation d'une plante selon les méthodes traditionnellement employées dans les flores. Les gradations entre « commun, assez commun, très commun, rare, très rare..., haies, bois, bords des chemins, terres incultes..., etc. » révèlent leur insuffisance et accordent trop de liberté aux appréciations personnelles.

Au lieu de nous donner des informations sur la situa-

(1) P. ALLORGE, *Les Associations du Vexin français*. Nemours, 1922, in-8°.

tion réelle et sur les associations des plantes, ces indications nous montrent que dans nos pays d'Europe occidentale, pour la plupart surpeuplés ou tout au moins extrêmement cultivés, les plantes indigènes, anciennes occupantes du terrain, ont été refoulées et leurs associations dispersées.

Pour définir une association végétale et faire l'inventaire floristique de ses constituants, il faudrait honnêtement compter le nombre des individus de chaque espèce qui la forment. Mais cette numération ne suffirait pas et devrait être complétée par le degré de couverture réciproque de ces plantes.

Ce long travail n'est pourtant pas indispensable. On peut opérer plus simplement en profitant des résultats fournis par le calcul des probabilités. Dans le terrain à examiner, on découpe, *au hasard*, de petites surfaces standard à l'intérieur desquelles on procède aux observations d'« abondance » et de « dominance » des individus ⁽¹⁾.

Nous pouvons affirmer qu'une telle observation d'un nombre suffisant de parcelles nous donne une idée particulièrement exacte de la couverture végétale de l'endroit. De très nombreux chercheurs, en Europe et en Amérique, se sont mis à étudier et à définir différents groupes d'associations végétales qui deviennent des entités géographiques dont on recherche l'évolution. Chaque auteur utilise à sa manière le principe du relevé sociologique.

Il n'entre pas dans notre intention de critiquer les diverses variations de techniques. Nous allons simplement exposer la méthode que nous avons employée.

Nous avons choisi le mètre carré comme unité standard. Quatre lattes, réunies au moyen de vis-papillons par

(1) On entend par *abondance* le nombre d'individus de chaque espèce contenus dans une association, et par *dominance* l'étendue occupée par chaque espèce.

leurs extrémités, forment un cadre en bois, léger et démontable, construit de manière à en rendre le transport et l'emploi faciles. Il délimite intérieurement l'unité étalon. Avançant en tirailleurs, nous avons traversé longitudinalement la fagne en jetant le carré au hasard tous les douze pas.

Nous tenons à remercier ici M^{lre} G. Kraentzel et M. Bolette, qui nous ont courageusement aidés dans ce travail.

L'inextricable fouillis de mousses et d'arbrisseaux constituait un obstacle presque insurmontable qui nous empêchait de distinguer avec sûreté, les uns des autres, les individus d'une même espèce. Nous avons préféré mesurer approximativement dans l'ensemble du mètre carré la surface couverte par chaque espèce, en ne tenant pas compte de l'indice de fréquence.

Nos observations sont consignées dans le tableau que nous avons disposé de la manière suivante :

La première colonne nous renseigne sur la « présence » de chaque espèce, c'est-à-dire sur le nombre de fois que nous l'avons rencontrée. Nous donnons ensuite les types biologiques d'après la classification de Raunkiaer ⁽¹⁾.

Nous n'avons trouvé que des types chaméphytes (CH), hémicryptophytes (H) et Mousses (M). Nous partageons les plantes en trois catégories d'après leur taille et nous distinguons la strate sous-arbustive, la strate herbacée et la strate muscinale. Dans chaque classe, nous rangeons les espèces d'après leur ordre de présence. Chacune des 112 colonnes suivantes renferme le résultat d'une observation. Le signe + indique que la plante est représentée dans la surface standard, et la lettre C qu'elle forme des

(1) RAUNKIAER, Types biologiques pour la géographie botanique. (*Bull. Ac. roy. des Sc. du Danemark*, 1905.)

coussinets. Les chiffres se rapportent aux différents degrés de dominance établis par Braun-Blanquet et Pavillard ⁽¹⁾.

1 = Rare et peu apparent.

2 = Abondant mais peu apparent.

3 = Abondant, couvrant moins de la moitié de la superficie.

4 = Très abondant, couvrant plus de la moitié de la superficie.

5 = Dominant, couvrant au moins les 4/5 de la surface.

Les doubles traits verticaux signalent les endroits où nous avons traversé un fossé.

III. — RÉSULTATS.

Les Fagnes de Clefay couvrent une superficie de 150 hectares. Quelques îlots de petits bouleaux donnent de la vie au paysage uniforme et un peu triste. Ces fagnes sont constituées de plusieurs tourbières en mame-lons, entre lesquels une eau abondante suinte et s'étale en nappe. La couche de tourbe est fort épaisse. Le pH varie entre 3 et 4. Trois fossés la traversent en drainant le sol noir.

Très éloignée des villages, négligée par l'habitant et le touriste, cette fagne, d'une sauvagerie intense, a entièrement gardé son caractère primitif. Elle présente un grand nombre de ses espèces en « coussinets polaires », ce qui rend sa traversée pénible et contribue à lui donner son cachet particulier.

Lors de quelques excursions, son aspect de végétation intacte nous avait déjà frappés et nous reconnaissons

(1) BRAUN-BLANQUET, J. et PAVILLARD, J., *Vocabulaire de Sociologie végétale*, 2^e édit., juillet 1925, broch. in-8°.

deux places à *Empetrum* ⁽¹⁾. La découverte de nombreuses plaques d'*Empetrum* nous a engagés à faire le relevé sociologique de la Fagne de Clefay selon les indications que nous avons établies dans la technique.

Notre relevé phytosociologique s'exprime dans le tableau.

Ce tableau nous indique que le tapis végétal très dense est formé d'un *Calluneto-Eriophoretum vaginati* établi sur un *Sphagnetum* très humide. Le nombre de plantes accompagnantes n'est pas très considérable. Elles se départagent dans le sens de la hauteur en trois strates bien délimitées : strates sous-arbustive, herbacée, muscinale. La strate sous-arbustive comporte des chamephytes exclusivement; la strate herbacée, surtout *Eriophorum vaginatum* et *angustifolium* et, sur les bords de la tourbière examinée, près des lisières d'épicéas, *Molinia caerulea* en fortes touffes cespiteuses; la strate muscinale, avec *Sphagnum*, *Polytrichum*, divers genres de Mousses, Lichens, Hépathiques, constitue des masses de végétations en coussin que traversent *Calluna vulgaris*, *Erica tetralix*, etc., et que recouvrent les tiges fines et rampantes d'*Oxycoccus palustris*.

Cette tourbière est recouverte d'une végétation fort homogène. L'examen du tableau nous montre ce point important : *Empetrum nigrum* a été rencontré en grosses touffes luxuriantes avec une « présence » d'environ 16 %.

RÉSUMÉ.

1° La tourbière dont nous avons établi le relevé phytosociologique constitue un *Calluneto-Eriophoretum vagi-*

(1) Une place à l'angle du coupe-feu 609 et une autre au pied mame-lonné de quelques bouleaux (voir p. 1 de l'Introduction).

nati établi sur un *Sphagnetum* formant des coussinets. Ces associations occupent le sommet de la tourbière. Sur les bords moins élevés de celle-ci, dès que nous approchons des endroits boisés d'Épicéas, le tapis végétal se modifie et nous sommes en présence d'une association où dominant *Molinia caerulea* Mönch, *Nardus stricta*, etc., caractéristiques d'endroits secs ou drainés;

2° La présence d'*Empetrum nigrum* comme plante « exclusive » ⁽¹⁾ de l'association décrite plus haut n'a pas encore été signalée en Belgique;

3° Un problème important se pose au sujet de la végétation des Hautes Fagnes belges ⁽²⁾ : sont-elles intermédiaires entre les « Hochmoore » nordiques et les tourbières du sud de l'Europe occidentale? Nous apportons dans cette question ce fait nouveau : elles possèdent au moins un endroit de grande étendue qui porte une association végétale constituant une tourbière à *Empetrum nigrum*, comme dans les régions plus boréales. Cependant l'indice de présence est ici plus bas. Cette plante, qui avait toujours été considérée comme une rareté dans notre pays, semble être, à la faveur d'une fagne intacte, réellement chez elle.

Station scientifique des Hautes Fagnes, Mont Rigi-Sourbrodt.
Septembre 1930.

(1) Les espèces exclusives sont celles qui sont liées à peu près exclusivement à un groupement déterminé. (BRAUN-BLANQUET et PAVILLARD, *Vocabulaire de Sociologie végétale*, 2^e édition, juillet 1925, broch. in-8°.)

(2) Voir p. 2 de l'Introduction.

QUELQUES PARTICULARITÉS

DE LA

Flore des environs de Verviers

PAR

Robert RONCART

Quelques particularités de la Flore des environs de Verviers

INTRODUCTION

Dans une notice intitulée : *Coup d'œil sur la végétation de la vallée de la Vesdre* et publiée dans la FEUILLE DES JEUNES NATURALISTES DE PARIS, en 1879, Théophile Durand faisait remarquer que ce coin de notre pays comptait parmi ceux qui étaient le mieux connus au point de vue botanique. L'observation conserve toute sa valeur à l'époque actuelle. Le district verviétois est d'ailleurs un des plus riches.

Par sa situation aux confins de plusieurs grandes régions naturelles, il possède une flore très variée, environ 900 espèces indigènes, soit à peu près les deux tiers des représentants de la flore belge. Dans un cercle d'une vingtaine de kilomètres de rayon, ayant Verviers pour centre, sont représentés : l'Ardenne avec les Hautes-Fagnes de la Baraque-Michel; le pays de Herve et ses terrains crétacés favorables aux stations d'orchidées rares; la région condrusienne, où les alternances de grès et de calcaires donnent à la végétation une si grande variété. On comprend que

cette richesse ait tenté de nombreux chercheurs aussi patients que modestes; les résultats de leurs investigations sont malheureusement peu connus, car, ou bien ils dorment inédits dans les comptes rendus de sociétés locales, ou bien ils ont été publiés fragmentairement dans les *Bulletins de la Société royale de Botanique de Belgique*, ou bien encore dans des florules trop peu répandues.

Est-ce à dire que tout est connu, qu'il ne reste plus rien à faire? Non, certes. Jusqu'à présent, toutes les recherches tendaient à dresser un catalogue de plus en plus complet des espèces botaniques du district. Mais l'étude des associations végétales spontanées et de leurs modifications sous l'influence du facteur humain est à peine ébauchée pour une portion restreinte du territoire étudié : les Hautes-Fagnes de la Baraque-Michel ⁽¹⁾. Pour tenter de donner un tableau complet de la flore régionale, tableau conçu selon l'esprit moderne de la Phytogéographie, il faudrait disposer de nombreuses études fragmentaires sur les associations végétales propres aux différents terrains, aux différents habitats de la région. Ces études sont encore à faire.

Laissant cette voie ouverte à d'autres chercheurs, nous nous bornerons à signaler un ou deux aspects tout particuliers de la flore locale, aspects dus à l'influence du facteur humain. D'une part, l'extraction du zinc a permis la dissémination des plantes calaminaires; l'industrie de la laine, d'autre part, a introduit dans la région quantité de plantes exotiques.

(1) R. BOUILLENNE, Evolution récente de la végétation des Hautes-Fagnes du plateau de la Baraque-Michel. (*Bull. Soc. roy. de Botan. de Belg.*, t. LVIII, fasc. 2, 1926.)

LES PLANTES CALAMINAIRES.

Il y a plus d'un siècle que l'on a noté la présence, dans la région verviétoise, de plantes spéciales aux sols zincifères ⁽¹⁾. Les haldes calaminaires de Moresnet et du Rocheux (Oneux-Theux), pour ne citer que les principales, ont révélé tous leurs secrets.

On considère actuellement comme spéciales aux sols zincifères les espèces et variétés suivantes :

Thlaspi alpestre L. var. *calaminare* Lej.

(= *T. calaminare* Lej. et Court.)

Viola lutea Huds. (var. *calaminare* et *zinci* Lej.)

On y trouve aussi très fréquemment d'autres espèces que l'on peut rencontrer ailleurs, mais qui semblent prospérer surtout dans les sols riches en métaux et notamment en zinc. Telles sont :

Alsine verna Wahlenb.

Statice armeria L. var. *Halleri* Wallroth. (non *elongata* Hoffm.) ⁽²⁾.

Ces espèces, signalées par les premiers auteurs, ont

(1) Cf. les différents ouvrages de LEJEUNE :

a) 1811. *Flore des environs de Spa*;

b) 1824. *Revue de la Flore des environs de Spa*;

c) 1836. *Compendium Florae Belgicae*.

Cf. aussi C.-J. DAVREUX, Essai sur la Constitution géognostique de la province de Liège, etc... (*Mém. couronné par l'Acad. roy. des Sciences et Belles-Lettres*, t. IX, 1830. Bruxelles, 1833, p. 196.)

(2) Certains auteurs considèrent comme calaminaire une variété à glumelle aristée de *Festuca ovina* L. Cf. FONSNY et COLLARD, *Flore de Verviers et de ses environs*, Verviers, 1885; ainsi que DE WILDEMAN et DURAND, *Prodrome de la Flore de Belgique*. Bruxelles, 1899 t. III, p. 118.

toujours été retrouvées depuis lors ⁽¹⁾. Elles existent encore à l'époque actuelle dans la plupart de leurs stations habituelles, terrils de mines ou d'usines à zinc.

FLORE ADVENTICE DES GRAVIERS.

Le second fait humain qui a contribué, bien plus puissamment que l'industrie du zinc, à enrichir la flore locale, c'est l'industrie de la laine.

Déjà avant la guerre de Cent ans (XIV^e siècle), l'industrie belge devait faire appel aux laines étrangères. Successivement, l'Angleterre, les pays méditerranéens, puis l'Amérique du Sud, l'Afrique australe, l'Australie, la Tasmanie et la Nouvelle-Zélande ont été ses fournisseurs. Les laines importées sont surchargées de débris végétaux, glumes, épillets, fruits, graines, recueillis par les moutons au cours de leurs pérégrinations. Et comme Verviers s'est spécialisé dans le lavage des laines, comme on rejette dans la Vesdre les eaux des lavoirs, ainsi que certains rebuts, il n'est pas étonnant de voir les graviers et les berges de la rivière être couverts, à l'arrière-saison, d'une végétation où l'on retrouve quantité d'espèces exotiques.

Lejeune est, à notre connaissance, le premier auteur qui ait signalé cette particularité. Plus tard, l'un ou l'autre chercheur a publié la liste de ses trouvailles dans le *Bulletin de la Société royale de Botanique* ⁽²⁾. Des notices particulières ou des flo-

(1) *Bull. Soc. roy. de Bot. de Belg.*, t. 9, pp. 11 et suiv., t. 34, 2^e part., pp. 111 et suiv.

(2) Voir notamment les tomes 1, 9, 12, 16, 18, 20, 21, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 34, 36, 52; voir aussi TH. DURAND, *Coup d'œil sur la végétation de la vallée de la Vesdre*, op. cit.

rules locales mentionnent de temps à autre les plantes des graviers. Il faut voir notamment la *Flore de Fraipont, Vessonvaux et leurs environs*, par M. Michel (Verviers, 1877); le *Catalogue de la Flore liégeoise*, par Th. Durand (Liège, 1878) et ses additions dans le *Bull. Soc. roy. Bot. de Belgique*; enfin la *Florule de Verviers et de ses environs*, par MM. Fonsny et Collard (Verviers, 1885). Dans la préface, les auteurs expliquent pourquoi ils se sont occupés des plantes exotiques des graviers. Ils ont consacré à leur recherche une bonne partie de l'arrière-saison durant plusieurs années. Bien que la liste de leurs espèces adventices soit moins longue que celle de Michel ou de Durand (ils ne signalent que les plantes qu'ils ont recueillies eux-mêmes), leur Florule est un ouvrage précieux à cause des tableaux dichotomiques qui permettent la détermination aisée des espèces exotiques.

Depuis, beaucoup de botanistes ont continué à étudier la question et ont fait des récoltes très abondantes, enrichissant notablement la liste des espèces de la Vesdre; malheureusement, la détermination des échantillons est très malaisée, voire quasi impossible, en l'absence d'ouvrages spéciaux que seuls peuvent posséder des instituts universitaires, et ces difficultés ont rebuté plus d'un chercheur, dont les récoltes risquent ainsi d'être perdues.

On conçoit que des recherches aussi captivantes aient retenu notre attention. Nous avons donc fouillé à notre tour les graviers de la Vesdre, et nous y avons fait d'intéressantes découvertes. Mais, pour donner un tableau complet de la flore adventice de la vallée de la Vesdre, nous avons repris tous les ouvrages qui ont traité la question, afin d'établir le catalogue actuel des espèces exotiques. Cette mise au point s'im-

pose afin de remédier aux inconvénients qui résultent, pour les chercheurs, de la dissémination des renseignements.

Voici les sources où nous avons puisé :

1. *Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, tomes 1, 9, 12, 16, 18, 20, 21, 24, 25, 28, 30, 31, 34, 36 et 52.
2. TH. DURAND, *Catalogue de la Flore liégeoise*. Liège, 1878.
3. TH. DURAND, *Coup d'œil sur la végétation de la vallée de la Vesdre*, in FEUILLE DES JEUNES NATURALISTES DE PARIS, 1879.
4. FONSNY et COLLARD, *Florule de Verviers et de ses environs*. Verviers, 1885.
5. HEGI, *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Munich, 1906-1929, passim.
6. HOECK, *Ankömmlinge in der Pflanzenwelt von Mitteleuropa, während des letzten halben Jahrhunderts*. Beihefte zum BOTANISCHEN ZENTRALBLATT, tomes 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 32.
7. MICHEL, *Flore de Fraipont, Nessonvaux et leurs environs*. Verviers, 1877.
8. *Recherches particulières de M. AUGUSTE VISE, depuis 1921.*
9. *Recherches particulières de MM. GOFFART et RONCART en 1929.*

Ci-après la liste des espèces trouvées à ce jour. Les plantes sont rangées par familles. Dans chaque famille elles sont rangées par ordre alphabétique.

Afin d'éviter les répétitions, nous avons adopté la nomenclature de l'*Index Kewensis*. Toutefois, nous avons mentionné sans numéro d'ordre la dénomination sous laquelle l'espèce a été signalée par l'auteur de la découverte, lorsque nous avons adopté un synonyme; celui-ci est marqué d'un astérisque. Les numéros de l'avant-dernière colonne renvoient aux sources.

Compositacées.

- | | | |
|---|-------------|-----|
| * 1. <i>Anthémis tinctoria</i> L. | 1. (52). 8. | |
| 2. <i>Arctotis calendulacea</i> Willd. (1)..... | 8. | • • |
| 3. <i>Aster parviflorus</i> Nees | 1. (21). 8. | |

(1) Plante déterminée au Jardin Botanique de Bruxelles. Cette espèce ne figure pas dans l'*Index Kewensis* avec ce nom d'auteur.

4. *Bidens pilosus* L. 8. 9. . .
5. *Calendula officinalis* L. 1. (21). 8.
6. *Centaurea calcitrapa* L. 8.
7. *Centaurea collina* L. 1. (34). . .
8. *Centaurea solstitialis* L. 8.
Cirsium grvense var. *mile* Scop. voir
Cnicus mitis.
- * 9. *Cnicus mitis* Hornem 8.
Cota tinctoria Gay, voir *Anthemis*
tinctoria.
10. *Cotula nudicaulis* Thun. 8. . .
11. *Crepis tectorum* L. 1. (24). 4.
12. *Erigeron linifolius* Willd 8. . .
13. *Gnaphalium supinum* L. 1. (34). 4. . .
Helminthia echioides Gaertn., voir
Picris echioides.
14. *Lactuca scariola* L. 1. (21). 8.
- * 15. *Picris echioides* L. 8.
16. *Schkurgia abrotanoides* Roth. 8. * *
17. *Senecio linifolius* L. 8. 9.
18. *Silybum marianum* Gaertn. 1. (21).
19. *Soliva anthemifolia* R. Br. 1. (34). . .
20. *Sonchus palustris* L. 1. (24). 4.
21. *Tagetes erecta* L. 1. (21). 4. . .
22. *Tagetes minuta* L. 8. 9. . .
23. *Tagetes patula* L. 1. (18, 21). 4.

Ambrosiacées.

24. *Xanthium spinosum* L. 1. (1, 19, 21). 2. 4. 7. 8. 9.
25. *Xanthium strumarium* L. 1. (9, 16, 21, 24, 26). 2. 7. 8.

Dipsacées.

26. *Dipsacus fullonum* L. 1. (21). 4. 8.

Plantaginacées.

27. *Plantago arenaria* W. & K. 1. (21).

Martyniacées.

28. *Martynia montevidensis* Cham. 9. . .

Scrophulariacées.

- | | | |
|--|--------------|-----|
| 29. <i>Linaria bipartita</i> Willd. | 1. (34). | • • |
| 30. <i>Mimulus moschatus</i> Dougl. | 1. (18, 21). | • • |
| 31. <i>Verbascum virgatum</i> Stokes. | 9. | • • |

Solanacées.

- | | | |
|--|----------|-----|
| 32. <i>Atropa belladonna</i> L. | 8. | |
| 33. <i>Datura stramonium</i> L. | 8. 9. | |
| 34. <i>Datura tatula</i> L. | 2. 8. 9. | |
| 35. <i>Nicandra physaloides</i> Gaertn. | 8. 9. | |
| 36. <i>Physalis aequata</i> Jacq. | 8. 9. | • • |
| 37. <i>Physalis angulata</i> L. | 8. | • • |

Labiacées.

- | | | |
|---|----------|-----|
| 38. <i>Dracocephalum parviflorum</i> Nees.... | 8. 9. | • • |
| 39. <i>Marrubium vulgare</i> L. | 4. 8. 9. | |
| 40. <i>Salvia sylvestris</i> L. | 8. | |
| 41. <i>Salvia verticillata</i> L. | 4. | |
| 42. <i>Scutellaria columnae</i> All. | 1. (24). | • • |
| 43. <i>Sideritis montana</i> L. | 1. (34). | • • |

Borraginacées.

- | | | |
|---|----------|--|
| 44. <i>Achusa italica</i> Retz. | 1. (36). | |
| 45. <i>Echinosperrum lappula</i> Lehm. | 8. | |

Hydrophyllacées.

- | | | |
|--|----------|-----|
| 46. <i>Hydrophyllum virginicum</i> L. | 1. (34). | • • |
|--|----------|-----|

Polemoniacees.

- | | | |
|---|----------|-----|
| 47. <i>Polemonium coeruleum</i> L. | 1. (21). | • • |
|---|----------|-----|

Ombelliférées.

- | | | |
|--|-------------------------|-----|
| 48. <i>Anem. visnaga</i> Lam. | 1. (21). 2. 4. 7. 8. 9. | • • |
| 49. <i>Apium graveolens</i> L. | 1. (21). 8. | |
| 50. <i>Bifora radians</i> Bieb..... | 1. (34, 36). | • • |
| 51. <i>Bupleurum rotundifolium</i> L. | 1. (34). | |
| • 52. <i>Carum petroselinum</i> Benth. & Hook... | 1. (21). | |
| • 53. <i>Caucalis latifolia</i> L..... | 1 (34). | |

- 54. *Caucalis nodosa* Scop. 1. (21). 4.
- 55. *Caucalis daucoides* L. 8.
- 56. *Contium maculatum* L. 8.
- 57. *Coriandrum sativum* L. 1. (36).
- Foeniculum capillaceum* Gilib., voir
Foeniculum vulgare.
- 58. *Foeniculum vulgare* Mill. 1. (21). 4. 8.
- Pastinaca sativa* L., voir *Peucedanum sativum*.
- 59. *Peucedanum sativum* Benth. & Hook. 8.
- *Torrilis nodosa* Gaertn., voir *Caucalis nodosa*.
- Turgentia latifolia* Hoffm., voir *Caucalis Latifolia*.

Lythracées.

- 60. *Lythrum hyssopifolia* L. 1. (28). 8.

Malvacées.

- 61. *Malva borealis* Wallm. 1. (34).

Linacées.

- 62. *Linum usitatissimum* L. 4. 8.
- 63. *Radiola linoides* Roth. 8.

Geraniacées.

- 64. *Erodium bothrys* Bert. 1. (34). 8. • •
- 65. *Erodium chium* Willd. 8. • •
- 66. *Erodium ciconium* Willd. 1. (34). • •
- 67. *Erodium moschatum* L'Herit. 4. 8.

Leguminosées.

- 68. *Coronilla varia* L. 8.
- 69. *Galega officinalis* L. 1. (21).
- 70. *Lathyrus tuberosus* L. 8.
- 71. *Lotus angustissimus* L. 8. •
- Lotus aristatus* D. C., voir *Lotus conimbricensis*.
- 72. *Lotus conimbricensis* Brot. 1. (9). •

73. *Medicago ciliaris* Krock. 1. (34). 8. * *
74. *Medicago denticulata* Willd. 8. * *
75. *Medicago* div. sp. 8. 9. * *
76. *Medicago hispida* Gaertn. 4. * *
77. *Medicago maculata* Willd. 2. 7. 8. 9.
78. *Medicago minima* L. 1. (34).
- Medicago polycarpa* Willd. var. *denticulata*, voir *Medicago hispida*.
79. *Medicago praecox* D. C. 8. * *
80. *Medicago turbinata* Willd. 1. (34). * *
- Melilotus coerulea* Desr., voir *Trigonella coerulea*.
81. *Melilotus indica* All. 1. (21). 4. 8. ,
- Melilotus parviflorus* Desf., voir *Melilotus indica*.
82. *Scorpioides matthioli* (1) 8. * *
83. *Scorpiurus sulcata* L. 8. * *
84. *Trifolium angustifolium* L. 8. * *
85. *Trifolium lappaceum* L. 1. (34). * *
86. *Trifolium resupinatum* L. 1. (9). 8.
87. *Trigonella coerulea* Ser. 1. (34). * *
88. *Trigonella polycerata* L. 1. (34). * *
89. *Vicia syrtica* Dub. 1. (34). * *
90. *Vicia villosa* Roth. 1. (34). 8.

Crassulacées.

Bulliardia aquatica D. C., voir *Tillaea aquatica*.

91. *Sempervivum funckii* Braun 1. (52).
92. *Sedum hybridum* L. 1. (24). * *
93. *Sedum maximum* Suter ... 1. (52).
94. *Sedum stoloniferum* Gmel. 1. (24). 8.
95. *Tillaea aquatica* L. 1. (34).

Resedacées.

96. *Reseda phyteuma* L. 1. (24).

(1) Cette espèce ne figure pas dans l'*Index Kewensis*.

Cruciférées.

97. *Barbarea praecox* R. Br. 1. (52).
98. *Brassica armoracioides* Czern. 1. (36).
99. *Brassica campestris* L. 1. (21). 4. 8.
100. *Brassica nigra* Koch. 4.
101. *Brassica oleracea* L. 1. (21). 4. 8.
102. *Camelina sativa* Crantz. 8.
103. *Camelina sylvestris* Wallr. 1. (34).
104. *Cochlearia armoracia* L. 8.
- * 105. *Conringia orientalis* Dum. 8.
106. *Eruca sativa* Lam. 1. (24, 26). 4. .
Erysimum altissimum Link., voir
Erysimum hieracifolium.
- * 107. *Erysimum hieracifolium* L. 1. (34). 8.
Erysimum orientalis Mill., voir *Con-
ringia orientalis*.
108. *Erysimum repandum* L. 1. (34).
Lepidium densiflorum Schrad., voir
Lepidium incisum.
109. *Lepidium incisum* Banks & Soland. 8. . .
110. *Lepidium ruderales* L. 1. (21). 8.
111. *Lepidium virginicum* L. 1. (24). 4. 8.
112. *Neslia paniculata* Desv. 8.
113. *Raphanus sativus* L. 1. (21). 8.
114. *Rapistrum orientale* D. C. 1. (34). . .
Senebiera didyma Pers., voir *Sene-
biera pinnatifida*.
- * 115. *Senebiera pinnatifida* D. C. 1. (26).
116. *Sisymbrium altissimum* L. 8.
Sisymbrium columnae Jacq., voir
Sisymbrium orientale.
117. *Sisymbrium multifidum* (Pursh)
Macmillian 6. . .
118. *Sisymbrium orientale* L. 1. (26, 36). 8. 9.
119. *Sisymbrium sophia* L. 4. 8.
120. *Sisymbrium suffruticosum* Fourn. 8. . .

Papaveracées.

121. *Argemone mexicana* L. var. *ochro-
leuca* Sweet. 9. . .
122. *Glaucium corniculatum* Curt. 1. (34). 8. . .
123. *Papaver somniferum* L. 1. (21). 8.

Ranunculacées.

124. *Nigella damascena* L. 1. (18, 21). 8.

Caryophyllacées.

- * 125. *Corrigiola littoralis* L. 1. (34).
Corrigiola telephifolia Pourr., voir
Corrigiola littoralis.
 126. *Paronychia argentea* Lam. 1. (24, 34). 4. 8.
 127. *Polycarpon peploides* D. C. 1. (34). * *
 128. *Saponaria vaccaria* L. 1. (34). 8.
 129. *Silene dichotoma* L. 1. (34).
 130. *Silene noctiflora* L. 8.

Portulacées.

131. *Portulaca oleracea* L. 1. (21). 8.

Phytolaccacées.

132. *Phytolacca decandra* L. 8. * *

Amarantacées.

133. *Amarantus albus* L. 1. (24). 4. 8.
 134. *Amarantus blitum* L. 7.
 135. *Amarantus caudatus* L. 1. (18). 8.
 136. *Amarantus paniculatus* L. 8. 9.
 137. *Amarantus patulus* Bertol. 8. 9.
 138. *Amarantus retroflexus* L. 1. (21, 31). 2. 4. 7. 8.
 139. *Amarantus sanguineus* L. 1. (18, 21). * *
 140. *Amarantus spinosus* L. 1. (34). * *
 141. *Amarantus sylvestris* Desf. 9.
 * 142. *Amarantus viridis* L. 4.
Euxolus viridis M. Q., voir *Amaran-*
tus viridis.

Polygonacées.

143. *Atriplex nitens* Schrk. 1. (34).
 144. *Atriplex holocarpa* F. Muell. 6.
 145. *Atriplex hortensis* L. 1. (21). 8. * *
 146. *Beta vulgaris* L. 1. (21). 8.
Blitum rubrum Richb., voir *Cheno-*
podium rubrum.

147. <i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	1. (21, 34, 52).	* *
148. <i>Chenopodium anthelminticum</i> L. (1).	4. 8. 9.	* *
149. <i>Chenopodium bothrys</i> L.	1. (24). 8. 9.	* *
150. <i>Chenopodium carinatum</i> R. Br.	6. 8.	* *
151. <i>Chenopodium ficifolium</i> Sm.	1. (18, 21, 24). 2. 4. 8.	
152. <i>Chenopodium murale</i> L.	8.	
153. <i>Chenopodium opulifolium</i> Schrad....	1. (18, 21, 24, 52). 4. 8.	
* 154. <i>Chenopodium rubrum</i> L.	4. 8.	
155. <i>Chenopodium vulvaria</i> L.	8. 9.	
156. <i>Polygonum bellardi</i> All.	1. (34).	* *
* 157. <i>Polygonum lapathifolium</i> L.....	8.	
<i>Polygonum nodosum</i> Pers., voir <i>Polygonum lapathifolium</i> .		
158. <i>Polygonum serrulatum</i> Lag.	9.	* *
159. <i>Roubieva multifida</i> M. Q.	1. (24, 34). 4. 8. 9.	* *
160. <i>Rumex brownii</i> Camp.	8. 9.	* *
161. <i>Rumex mexicanus</i> Meissn.	8. 9.	* *
162. <i>Rumex palustris</i> Sm.	1. (24). 4.	
163. <i>Rumex patientia</i> L.	8.	
164. <i>Rumex pulcher</i> L.	1. (34).	* *
165. <i>Spinacia oleracea</i> L.	1. (24). 8.	

Cyperacées.

166. <i>Cyperus</i> sp.	9.	* *
167. <i>Cyperus</i> sp. (2)	9.	* *
168. <i>Cyperus vegetus</i> Willd.	1. (24). 4. 8.	* *
169. <i>Carex vulpina</i> L.	8.	

Graminées.

Aegilops caudata L., voir *Agropyron villosum*.

Aegilops trunciale L., voir *Triticum triunciale*.

(1) D'après l'*Index Kewensis*, cette plante doit disparaître comme synonyme de *Chenopodium ambrosioides* L.

(2) Cultivés dans les serres du Jardin Botanique, ces deux *Cyperus* se sont fort bien développés. L'un d'eux, qui a fleuri, a été déterminé comme *Cyperus vegetus* Willd. L'autre pourrait bien être *Cyperus alternifolius* L.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

- * 170. *Agropyron villosum* Link. 1. (36). *
Agrostis aemula R. Br., voir *Deyeuxia forsteri*. *
 171. *Agrostis alpina* Scop. 1. (34). *
 172. *Andropogon ischaemum* L. 1. (24). 4.
 173. *Bromus madritensis* L. 1. (24). 4.
 174. *Bromus patulus* L. 1. (28).
Bromus schraderi Kunth., voir *Bromus unioloides*.
 175. *Bromus secalinus* L. 8.
 * 176. *Bromus unioloides* H. B. & K. 1. (24, 34). 4. 8. *
Chloris distachya Kunth., voir *Chloris monostachya*.
 177. *Chloris elegans* H. B. & K. 8. 9. *
 * 178. *Chloris monostachya* Poir. 1. (34, 36). *
 179. *Chloris truncata* R. Br. 8. 9. *
 180. *Cynosurus echinatus* L. 1. (34). 8.
 * 181. *Deyeuxia forsteri* Kunth. 1. (34). *
Digitaria linearis Krocke, voir *Panicum lineare*.
Digitaria sanguinalis Scop., voir *Panicum sanguinale*.
 182. *Eleusine indica* Gaertn. 1. (34). 8. 9. *
Eragrostis abyssinica Link., voir *Poa abyssinica*.
 183. *Eragrostis major* Host. 1. (28).
 184. *Eragrostis pilosa* P. B. 1. (28, 34).
Festuca arundinacea Schreb., voir *Festuca elatior* ⁽¹⁾.
 * 185. *Festuca elatior* L. 8.
 186. *Festuca myuros* L. 8.
Festuca sciuroides Roth., voir *Festuca myuros* L.
 * 187. *Gastridium australe* P. B. 1. (34). *
Gastridium lendigerum Gaud., voir *Gastridium australe* ⁽²⁾.
 188. *Hordeum jubatum* L. 8
 189. *Hordeum maritimum* With. 8

(1) Nous ne partageons pas ici les vues de l'*Index Kewensis*. Ces deux espèces paraissent nettement distinctes. Hegi les sépare sous les noms de *F. arundinacea* Schreb. et *F. patensis* Huds. (= *F. elatior* L.) HEGI, *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, Bd. I, pp. 343-344.

(2) HEGI cite l'espèce sous le nom de *G. lendigerum* Gaud.

190. *Hordeum secalinum* Schreb. 8
Hoplismenus colonus Kunth., voir
Panicum colonum.
Hoplismenus crus-galli Dum., voir
Panicum crus-galli.
191. *Lamarckia aurea* Moensch 1. (34). * *
192. *Lolium multiflorum* Lam. 8.
193. *Lolium italicum* Al. Br. 8.
- * 194. *Lolium perenne* L. 4. 8.
Lolium remotum Schrk., voir *Lolium*
perenne.
195. *Lolium temulentum* L. 8
196. *Panicum autumnale* Bosc. 8. 9. * *
197. *Panicum capillare* L. 1. (34). * *
- * 198. *Panicum colonum* L. 1. (24). 4. * *
199. *Panicum compressum* Biv. 1. (34). * *
- * 200. *Panicum crus-galli* L. 1. (21). 4. 8. 9.
201. *Panicum decipiens* Nees. 1. (34). * *
- Panicum dichotomiflorum*
- Michx.,
-
- voir
- Panicum autumnale*
- .
- * 202. *Panicum lineare* Krock. 8.
203. *Panicum miliaceum* L. 4. 8. 9.
- * 204. *Panicum sanguineale* L. 1. (28). 8.
205. *Phalaris canariensis* L. 1. (21). 8.
Phalaris cylindrica D. C., voir
Phleum tenue.
- * 206. *Phalaris paradoxa* L. 1. (34). * *
- Phalaris praemorsa*
- Lam., voir
- Pha-*
-
- laris paradoxa*
- .
- * 207. *Phleum tenue* Schr. 1. (34). * *
- * 208. *Poa abyssinica* Jacq. 8. 9. * *
209. *Polypogon littoralis* Sm. 1. (24, 34). 4. * *
210. *Polypogon monspeliensis* Desf. 1. (1, 9, 12, 18, 21, 24,
26). 2. 4. 8. 9. * *
211. *Setaria glauca* P. B. 4. 8.
212. *Setaria italica* P. B. 1. (21). 4. 8. 9.
213. *Setaria verticillata* P. B. 1. (26, 36). 8. 9.
214. *Setaria viridis* P. B. 1. (34). 4. 8.
215. *Sorghum vulgare* Pers. 1. (34). * *
216. *Stipa capillata* L. 1. (34). * *
217. *Stipa intermedia* Trin. & Rupr. 4. * *

218. <i>Tragus racemosus</i> (L.), Desf.	1. (9. 34). 8. 9.	* *
219. <i>Triticum polonicum</i> Dem.	1. (34).	* *
• 220. <i>Triticum triunciale</i> Rasp.	1. (36).	* *
221. <i>Zea mais</i> L.	1. (21). 4. 8.	

Il s'en faut de beaucoup que toutes ces plantes soient introduites et spéciales aux graviers de la Vesdre. Nombre d'entre elles sont des plantes cultivées, manifestement échappées des champs ou des jardins des environs; d'autres sont des plantes indigènes, mais dont la présence sur les graviers a paru suffisamment étrange pour qu'on la signalât; enfin quelques-unes sont des espèces nettement exotiques, mais que l'on retrouve en dehors des graviers. Après un triage sévère, nous avons conservé 92 espèces que l'on peut considérer comme tout à fait spéciales aux graviers. Elles sont marquées d'un double astérisque dans la dernière colonne du tableau.

Au cours des recherches que nous avons faites en compagnie de M. Goffart, en octobre 1929, nous avons retrouvé 29 espèces exotiques, dont sept n'avaient pes encore été signalées; ce sont :

Martynia montevidensis Cham ⁽¹⁾.

Verbascum virgatum Stokes.

Amarantus sylvester Desf.

Polygonum serrulatum Lag.

Argemone Mexicana L. var. *ochroleuca* Sweet, plus deux espèces de *Cyperus*, non encore déterminées, mais cultivées dans les serres de l'Institut de Botanique de notre Université.

(1) Nous possédons depuis près de vingt ans un fruit cornu de *Martynia*; l'Institut de Botanique en possède un aussi. Sur la foi de souvenirs personnels, nous croyons pouvoir dire qu'aucun de ces deux fruits n'est de provenance exotique directe. Les a-t-on recueillis chez un amateur, ou bien proviennent-ils de plantes introduites sur les graviers. Nous ne savons.

Parmi les chercheurs appliqués, il faut réserver une mention toute spéciale à M. Aug. Visé, dont les patientes recherches ont, depuis 1921, enrichi la liste des espèces de la Vesdre de 65 noms nouveaux, sans tenir compte des types signalés une fois seulement auparavant et qu'il a retrouvés, et des nombreuses plantes non encore déterminées qu'il possède en herbier ⁽¹⁾.

LES STATIONS.

C'est entre Goé et Nessonvaux que l'on a trouvé la plupart des plantes exotiques de la Vesdre. Le premier lavoir de laine vers l'amont est situé en face de l'embouchure de la Gileppe; c'est à partir de ce point que l'on peut commencer les découvertes. Déjà, en amont de Nessonvaux, les espèces adventices se font rares, mais il ne faudrait pas s'étonner d'en retrouver jusque dans la vallée de la Meuse en aval de Liège. Dans toute la traversée de Verviers, les graviers sont fort riches; mais les parties les plus favorables aux découvertes sont ces tronçons de rivière compris entre un barrage où naît un canal de dérivation, destiné à donner la force motrice à l'un ou l'autre atelier, et l'embouchure de ce même canal, à plusieurs centaines de mètres en aval. En ces endroits, la rivière ne possède qu'un très faible débit pendant les heures de travail; et si, comme c'est le cas à Ensival, un aiguillage existe dans le lit du cours d'eau, le gravier peut être à sec sur une certaine longueur.

Ces conditions éminemment propices ne sont réalisées que pendant les périodes de sécheresse. Ce fut le cas en 1921 et 1929, notamment. Les stations que

(1) La détermination des espèces a été partiellement faite par M. H. Fonsny, docteur en sciences, et par le personnel du Jardin Botanique de Bruxelles.

nous avons explorées se trouvent en aval d'un barrage-déversoir.

A Ensival, une coupe en travers de la rivière montre le profil représenté sur la figure ci-contre. De haut en bas, on peut reconnaître trois domaines botaniques distincts, en contrebas de la plaine alluviale :

C. — Talus inondé seulement lors des fortes crues. Ce talus est colonisé par une foule de plantes indigènes, parmi lesquelles les plus abondantes sont : *Urtica urens* L., *U. dioica* L., *Polygonum aviculare* L., *P. persicaria* L., *P. mite* Schrk., *Lappa minor* D. C., *Galeopsis tetrahit* L., *Petasites officinalis* Moensch., *Tanacetum vulgare* L., *Artemisia vulgaris* L., *Cerastium aquaticum* L., *Saponaria officinalis* L., *Melandrium diurnum* Dmrt., *Heracleum sphondylium* L., etc., plus de nombreuses graminées. On trouve localement Quelques plantes échappées des jardins voisins : *Brassica Napus* L., *Raphanus sativus* L., *Heliantus tuberosus* L., *Heliantus* sp., *Polygonum cuspidatum* S. et Z., *Lycopersicum esculentum* Mill., *Cucumis sativus* L., etc.

B. — Bas du talus C., ainsi que quelques plages surélevées au-dessus des bas graviers. Entre un barrage, en amont, et l'embouchure d'un canal en aval, ces stations sont ordinairement découvertes et ne sont inondées qu'en cas de petite crue. On y trouve encore assez bien de plantes indigènes, mais moins nombreuses et moins vigoureuses qu'en C : Graminées, *Petasites*, *Artemisia*, etc., Plantes exotiques fréquentes; grandes espèces prédominantes. Le sol est souvent tapissé de *Medicago* div. sp.

A. — Les bas graviers, toujours inondés, sauf aux endroits propices, en aval des barrages. Il n'y coule

alors qu'un mince filet d'eau entre les grosses pierres; celles-ci sont recouvertes d'une boue gluante et fétide. Tapis végétal très clairsemé; graminées indigènes rares, mêlées à des graminées exotiques. En certains endroits, comme à Bellevaux, ces bas graviers sont le domaine d'élection de la majorité des plantes introduites.

De ce qui précède, on peut déduire que les plantes étrangères sont toutes localisées aux endroits qui



A. *Bas gravier*. — Normalement recouvert, même en période d'étiage; découvert seulement en aval des barrages;

B. *Haut gravier*. — Recouvert lors des faibles crues.

C. *Talus*. — Le bas en est atteint par les fortes crues.

peuvent être fréquemment atteints par l'eau, mais qui, par suite de circonstances locales, restent découverts pendant un temps assez long aux périodes de sécheresse.

ORIGINE DES ESPÈCES DES GRAVIERS.

On admet communément que les plantes exotiques rencontrées sur les graviers de la Vesdre y ont été amenées par les eaux des lavoirs. Les laines étrangères que l'on traite dans les établissements de la région verviétoise sont toutes plus ou moins chargées de fragments végétaux que l'on désigne sous le nom de « chardons » (pour les gousses de *Medicago*) ou de « graines » ou encore de « pailles ». Ce dernier nom est surtout réservé aux fines glumes qui subsistent encore dans la laine après le cardage.

Il n'y a guère que les graines tombées au fond des bacs de lavage qui puissent contribuer à l'ensemencement des graviers. Car celles qui adhèrent à la laine après cette opération, ou bien sont détruites par le carbonisage s'il s'agit de laines chardonneuses à carde, ou bien sont enlevées à la carde puis à la peigneuse pour les laines à peigne; dans ce cas, les déchets sont soigneusement récupérés pour être carbonisés. On peut se demander si le lavage à chaud et en milieu fortement alcalin ne détruit pas la faculté germinative des graines. La température des bains varie de 55 à 40 degrés. La durée de l'immersion est de 15 minutes environ. En vue de vérifier la faculté germinative des graines ainsi traitées, nous avons semé des *Medicago* provenant des fonds de bacs ou d'échantillons de laine lavée. L'opération effectuée aux serres de l'Institut de Botanique a parfaitement réussi. L'ensemencement des graviers par les eaux de lavage est donc certain.

Mais toutes nos plantes sont-elles bien introduites par la laine ? Ici, la question se complique singulièrement. On connaît en effet quantité de plantes originaires de régions qui ne produisent pas de laine. Il est possible que le coton ait introduit des espèces exotiques. Les moulins à farine aussi nous amènent des plantes étrangères. Mais la discrimination est bien malaisée à faire entre toutes ces introductions possibles.

Remarquons cependant que la plupart de nos plantes de la Vesdre possèdent un caractère commun, celui de pouvoir être aisément propagées par la laine grâce à des organes accrochants qui se fixent avec la plus grande facilité sur les toisons. Tantôt, les fruits sont munis de crochets recourbés : fruits des *Xan-*

thium et des *Argemone*; gousses des *Medicago*, dont la spire est pourvue d'hameçons; akènes des *Bidens*, des *Tagetes*. Tantôt, ce sont les organes porte-graines qui contribuent à la dissémination : involucre de certaines composées, calice crochu du *Dracocephalum*, glumes ou soies scabres ou aristées des *Chloris*, des *Setaria*, des *Polypogon*, etc.; glumes crochues du *Tragus*; graines accrochantes chez certains *Rumex* (*R. Brownii*). D'ailleurs, des graines de petite taille ou de minuscules inflorescences, des épillets, des fragments d'épis, sont souvent retenus dans les toisons. Chaque fois donc qu'une espèce découverte sur les graviers aura été reconnue comme provenant d'un pays étranger producteur de laine, que cette espèce possède des organes fructifères capables de se fixer dans les toisons, nous pourrions affirmer sans trop de risques d'erreur que la plante est introduite par la laine. Mais nous possédons des preuves directes de certaines introductions : un examen attentif des laines en suint permet de retrouver de nombreuses graines identifiables. Nous nous sommes livré à ce travail et nous avons reconnu nettement : *Xanthium spinosum*, fruits très fréquents dans les laines d'Australie et de Buenos-Ayres; *Medicago* div. sp. en masse dans tous les échantillons étudiés; *Tragus racemosus* dans les laines australiennes et américaines; *Chloris* sp., plus d'innombrables épillets de graminées non encore reconnues, mais qui seront semées et étudiées prochainement. A noter la présence assez fréquente d'*arista* hélicoïdales d'une graminée, *Stipa capillata*, signalée une seule fois sur les graviers ⁽¹⁾.

(1) HALIN, in *Bull. Soc. de Bot. de Belg.*, t. 34, II, p. 147, 1895.

Une autre preuve du rôle joué par la laine dans l'ensemencement des graviers est fournie par l'abondance des types exotiques aux endroits où l'on rejette les eaux de lavage et les rebuts. C'est le cas à Ensival, où, sur les berges de la Vesdre, on rencontre, derrière l'usine Lemaître, sur un espace de quelques mètres carrés, tous nos *Amarantus* et nos *Chenopodium*, *Polypogon monspeliensis*, *Eleusine indica*, *Chloris elegans*, *Setaria verticillata*, *Panicum autumnale*, *Xanthium spinosum*, *Bidens* sp., *Tagetes minuta*, *Physalis aequata*, *Roubieva multifida*, etc. Des observations dans le genre de celles-ci pourront sans doute fournir de nouvelles preuves. Il y aurait lieu d'étudier dans quelles conditions le coton peut amener des graines exotiques.

PERSISTANCE DES ESPÈCES.

Si, abandonnant nos récoltes personnelles, nous considérons l'ensemble des plantes qui ont été trouvées sur les graviers en l'espace d'un siècle, nous pouvons faire quelques constatations intéressantes.

A. Beaucoup d'espèces n'ont été trouvées qu'une fois ou deux et, dans ce cas, à de très longs intervalles.

B. Des espèces trouvées jadis fréquemment et durant plusieurs années consécutives n'ont plus été signalées depuis longtemps.

C. Des espèces aujourd'hui fréquentes et retrouvées chaque année dans presque toutes les stations ne sont pas mentionnées par les anciens chercheurs. Sans doute sont-elles d'introduction récente, car il est fort peu probable que, vu leur fréquence, elles aient échappé aux très minutieuses investigations de nos prédécesseurs. Citons les *Physalis*, *Tagetes minuta*, *Bidens pilosus*, *Bidens* sp., *Senecio linifolius*, etc.

D. Enfin, il existe tout un lot de plantes que l'on recueille régulièrement depuis de très longues années : *Xanthium spinosum*, *Ammi visnaga* (depuis 1875), *Polypogon monspeliensis* comptent parmi les plus typiques de cette catégorie.

C'est à ce sujet que se pose une question qui nous paraît capitale : toutes ces plantes se reproduisent-elles spontanément par graines mûries sous notre climat ou sont-elles ensemencées régulièrement chaque année par des apports de graines nouvelles ? Si telle plante exotique trouve chez nous des conditions qui lui conviennent, elle peut se reproduire, s'acclimater, se disperser et tendre ainsi vers l'état subspontané.

La plupart des botanistes que la question a intéressés sont d'avis que la flore des graviers est entièrement détruite en hiver et renouvelée chaque année par des graines apportées et non par des graines mûries sur place. Cette affirmation, fondée pour la grande majorité des espèces exotiques, est sans doute un peu exagérée; ses partisans donnent comme arguments très sérieux les observations suivantes :

a) Presque toutes les plantes exotiques de la Vésdre proviennent de pays à climat plus chaud et plus sec que le nôtre. Leur développement est ici plus lent, leur floraison plus tardive. Les fruits ne sont pas mûrs lors des premières gelées d'automne.

C'est vrai pour beaucoup d'espèces. Mais il en existe quelques-unes dont les graines mûrissent assez aisément; leur nombre peut augmenter considérablement quand des circonstances propices le permettent. Les années exceptionnellement chaudes et sèches sont éminemment favorables aux récoltes, parce que les graviers sont beaucoup plus facilement accessibles

et beaucoup plus longtemps découverts. 1911, 1921, 1929 sont des années bénies par les botanistes de la Vesdre. Le 1^{er} octobre 1929, nous avons pu remarquer de nombreux fruits mûrs chez les *Chenopodium*, les *Amarantus*, *Xanthium spinosum*, *Senecio linifolius*, *Chloris truncata* et *Chloris elegans*, *Tragus*, *Datura*. Les premières gelées se sont produites vers la mi-novembre.

Toutefois, malgré la chaleur et la sécheresse de l'été, nous avons observé, tout au début de novembre, plusieurs espèces encore en fleurs ou portant des fruits non mûrs. Ici, les chances de fructification étaient nulles. Citons : *Tagetes minuta*, *Verbascum virgatum*, *Chenopodium anthelminticum*. Les *Physalis* portaient des fruits nombreux et bien formés, mais non rougis. Les graines étaient jaunes dans la pulpe encore verte ⁽¹⁾. L'abondance de cette dernière espèce sur tous les graviers n'est-elle pas un argument en faveur de sa reproduction sur place?

b) Les graines qui peuvent mûrir sous notre climat sont infailliblement lavées chaque hiver par les eaux des crues, parfois très violentes, que subit la Vesdre. C'est exact en ce qui concerne la flore des bas et des moyens graviers. Mais il est toujours possible que des graines soient entraînées en dehors de la zone d'inondation et sauvées. Nous avons trouvé plusieurs *Amarantus* exotiques dans une prairie, près du pont de la Bèverie à Dolhain. Naturellement, il faudrait beaucoup d'observations de ce genre, répétées durant

(1) Des graines provenant de ces fruits encore verts ont été semées en appartement. Les plantules ont été repiquées aux serres de l'Institut de Botanique. Les pieds sont venus malingres et ont mal fleuri. Il est possible que les conditions défectueuses du semis soient partiellement cause du mauvais développement des pieds.

un nombre considérable d'années, avant de conclure. Toutefois, il semble qu'une partie au moins des plantes les plus communes, celles que l'on rencontre le plus fréquemment et à chaque campagne de recherches depuis un temps très long, aient une tendance à se reproduire sur place. *Medicago maculata*, vraisemblablement introduit par la laine, existe maintenant en dehors des graviers. Sans doute pourra-t-on fournir plusieurs exemples de ce genre après un examen approfondi de la question.

CONCLUSIONS.

L'étude des plantes adventices de la vallée de la Vesdre est donc intéressante à plus d'un point de vue :

Le développement plus lent et plus tardif des espèces méditerranéennes ou tropicales sous notre climat tempéré, froid, limite le temps des recherches à l'arrière-saison. Au moment où le tapis végétal touche ailleurs à la fin de son cycle annuel de végétation, les graviers de la Vesdre commencent à révéler leurs richesses. De plus, les ensemencements répétés amènent chaque année de nouvelles espèces : on peut toujours trouver des plantes non encore signalées, témoin les 69 types non mentionnés antérieurement, découverts entre 1921 et 1929, sans compter ceux qui sont encore actuellement à l'étude.

Il serait donc à souhaiter que l'exploration des graviers se fît d'une manière méthodique dans le temps et dans l'espace, afin de déterminer avec exactitude l'aire de dispersion des espèces adventices le long des graviers et éventuellement en dehors des berges; afin de pouvoir résoudre la question de la reproduction possible de certaines de ces plantes sous notre climat

et de distinguer les introductions passagères des introductions définitives.

A cause de son industrie, la région verviétoise (de même que les ports, les grandes gares de marchandises, les minoteries) doit être un centre de dispersion d'espèces exotiques. Les plus robustes d'entre elles peuvent certainement s'échapper de leur habitat normal, les graviers, pour s'introduire dans les associations fermées, et tendre ainsi vers la subspontanéité. Ce sont de telles introductions qu'il est intéressant de pouvoir noter, ne fût-ce que pour dater et expliquer les nouvelles acquisitions de notre flore.

Seule, l'exploration *méthodique* et *continue* des graviers et de leurs abords permettra d'arriver à ce résultat.

En terminant, nous devons acquitter une dette de gratitude envers tous ceux qui nous ont tant aidé au cours de notre travail. Nos premiers et nos plus chaleureux remerciements iront à M. Auguste Visé, qui, depuis 1921, a fouillé scrupuleusement les graviers de la Vesdre, partout où ils étaient accessibles, qui a guidé nos premières recherches en ces stations si particulières, qui nous a fourni la liste de toutes ses trouvailles et qui enfin a bien voulu revoir notre manuscrit avant l'impression.

Pour les récoltes et certaines déterminations, nous avons été aidé par M. Jules Goffart, professeur honoraire à l'Athénée royal de Liège, et chercheur libre à l'Institut de Botanique.

M. le Prof^r Bouillenne nous a ouvert les portes de son Institut de Botanique, où nous avons pu puiser une bonne partie de la documentation qui a servi à étayer cette étude. Qu'il trouve ici l'expression de notre vive reconnaissance.



RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

L'AGENT TOXIQUE DU POLLEN

D'AMBROSIA div. sp. (Compositacées)

PAR

M. & R. BOUILLENNE

Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*

(Classe des Sciences, 5^e série, t. XVI, 1930, n^o 8, pp. 1052-1073.)

Recherches expérimentales
sur l'agent toxique du Pollen d'*AMBROSIA* div. sp.
(Compositacées),

On sait depuis longtemps que les microspores (grains de pollen) de certaines Angiospermes sont responsables de manifestations pathologiques connues sous le nom de Fièvre des foins (1).

La pathogénie du rhume des foins a été considérablement étudiée (2), et à l'heure actuelle, il n'est guère de médecin spécialisé en immunologie qui n'ait, à son sujet, une opinion. Les deux tendances du moment consistent, l'une à ranger le rhume des foins dans la catégorie des accidents anaphylactiques dus à des protéines polliniques; l'autre à le considérer comme une manifestation d'hypersensibilité à un corps non azoté. Laissant de côté les considérations cliniques et les hypothèses qui n'intéressent que le malade, nous avons porté notre attention sur un point de biochimie végétale : l'agent déterminant les accidents, le grain de pollen.

Les raisons de la toxicité peuvent être recherchées dans la structure et la composition chimique des microspores. Il n'est plus possible aujourd'hui d'assimiler l'action toxique du pollen à une action mécanique et non spécifique de poussières s'introduisant dans les voies respiratoires. Depuis les belles recherches de *Dunbar* et ses successeurs (3), il est définitivement acquis que les grains de

(1) Les chiffres renvoient à la notice bibliographique (voir p. 1066).

pollen de plantes de différentes familles : Conifères, Graminées, Rosacées, Compositacées, Ambrosiacées, Chénopodiacées, certains arbres fruitiers (4), contiennent une ou des substances qui, introduites dans des organismes particulièrement sensibles, produisent une série de troubles parfaitement étudiés.

Il est prouvé que ces accidents, que les Américains ont rangés sous le nom d'états allergiques (fièvre des foins, asthmes dus aux émanations animales, accidents dus aux vers, hypersensibilité à certains médicaments, etc...), sont des réactions individuelles extrêmement spécifiques (5).

Nous n'entrerons pas ici dans les détails de la discussion entre partisans et adversaires de la nature anaphylactique de la fièvre des foins. Cependant, nous croyons devoir souligner que l'argument principal des adversaires de la théorie anaphylactique ne peut plus être acceptée aujourd'hui, à savoir que l'anaphylaxie est une sensibilisation acquise, tandis que l'hypersensibilité aux pollens est congénitale et même héréditaire. Les faits s'accumulent, indiquant que la fièvre des foins peut être acquise par des individus n'ayant aucune hérédité allergique (*); de plus les enfants sont rarement allergiques. Nous pensons avec Kolmer (6) que l'hérédité transmet à certains individus un système nerveux vaso-moteur particulièrement excitable. Ceux-là donc réagiront à des quantités de pollen qui ne troubleront pas des individus normaux; la prédis-

(*) Les auteurs du présent article, habitués à suivre les travaux de la fenaison, sans aucune hérédité allergique ou prédisposition congénitale, et n'ayant jamais subi aucun trouble asthmatique, ont subi en plein hiver et à deux jours d'intervalle une crise extrêmement typique de fièvre des foins, après avoir manipulé au laboratoire, pendant deux mois et sans aucune précaution, de très grandes quantités de pollen d'*Ambrosia* sp. Le prof^r M..., de Paris, possédant une compagne où il vivait pendant la fenaison, sans ressentir le moindre trouble, a souffert pour la première fois brusquement d'une très violente crise de rhume des foins, après avoir séjourné à différentes reprises dans la salle où

position à la maladie est donc plus quantitative que qualitative. Notons en passant cette curieuse remarque de Kolmer : les nègres sont infiniment moins sensibles que les blancs, et parmi la race blanche sont surtout sensibles les individus raffinés et émotifs.

Dunbar et ses collaborateurs, aux environs de 1900, ont isolé à partir des grains de pollen de Graminées (*Secale cereale*, notamment) un produit très impur dont une goutte, à la dilution de 1/1.000.000, introduite dans l'œil d'un individu sensible à ces pollens, fait apparaître immédiatement tous les symptômes de la maladie. Depuis cette époque, peu de recherches véritablement chimiques ont été entreprises, tendant à obtenir l'agent toxique sous forme de produit pur, chimiquement déterminable.

La question a surtout été travaillée du point de vue clinique (7) et thérapeutique; les chercheurs ont essayé de trouver des solutions d'extraits de pollen utilisables pour la désensibilisation active. A la suite des recherches de Dunbar, Prausnitz, Kamman, qui assimilaient le poison pollinique à une toxalbumine du genre de la ricine, on avait essayé la désensibilisation par le sérum de cheval injecté de poison pollinique. Le résultat n'a pas répondu réellement à l'attente. Cependant, on continue à fabriquer, en Allemagne, des sérums entiers ou desséchés que l'on prescrit en applications externes comme calmants des éternuements et du larmolement (pollan-

nous travaillions les pollens. De même, dans la littérature récente, différents cas de sensibilisation progressivement acquise sont relatés; voir :

L.-B. BALDWIN, *Jour. of Imm.*, 13, n° 5, 345, 1927;

RACKEMAN, *Jour. Am. Med. Ass.*, 84, 489, 1925;

STUART, *Am. Jour. Dis. Chil.*, 32, 341, 1926.

Communications verbales de différents membres du personnel enseignant de l'Université de Pensylvanie à Philadelphie :

Dr Taylor, devenu sensible au pollen; Dr Jacobs, sensibilisé au poison Ivy; Dr Pondt, sensibilisé progressivement au cours d'un travail sur la petone; Dr Mac Couch, acquérant une intolérance au poil de chat au cours d'un travail sur cet animal.

tine). Le traitement couramment employé aujourd'hui est celui de la désensibilisation par séries d'injections de solutions du pollen auquel le malade est sensible.

On emploie comme liquide d'extraction de l'agent actif (8) :

1° Le liquide physiologique;

2° Une solution alcoolique à faible teneur : 10 à 20 % d'alcool;

3° L'eau distillée avec stérilisation en tubes scellés;

4° Un mélange de glycérine et de solution saturée de NaCl (66 2/3 de glycérine, 33 1/3 de solution de NaCl);

5° Du NaCl à 8 ‰ additionné de NaHCO₃, de façon que 10 c.c. soient neutralisés par 3 c.c. de NaOH normal;

6° Un mélange de glycérine : 48, NaCl : 5, H₂O : 47;

7° Un liquide tampon au PH de neutralité, dont le type a été donné par A. Evans, etc.

La stérilisation et la conservation des extraits sont assurées par filtration sur bougie, addition d'antiseptiques, phénol, crésol, alcool, etc.

L'étalonnage des différentes préparations essayées comme agents curatifs désensibilisants a été et est encore basé sur des données absolument empiriques :

Dosage de l'azote total de l'extrait; une unité = 0.001 mg. d'azote;

Dosage de la protéine pollinique; une unité = 1 mg. de protéine;

Quantité de pollen; une unité = la substance active de 1×10^{-6} gr. pollen.

On sait aujourd'hui que la teneur en azote d'un extrait n'a aucun rapport avec son activité physiologique; elle dépend tout d'abord du mode d'extraction, qui entraîne dans la solution une plus ou moins grande quantité d'impuretés; dans les extraits aqueux, la moitié au moins de l'azote est inactif (exp. de Bernton, Van der Veer, Coca et Grove, Alles et Lamson).

La quantité de substance active varie elle-même, non seulement d'une espèce de pollen à l'autre, mais aussi, pour le même pollen, avec le degré de maturité, la pureté de la récolte.

Les méthodes immunologiques (déviation du complément, réaction de précipitation) pour la détermination de l'activité des extraits ne sont pas encore utilisables d'une façon générale.

*
* *

Dans un article paru en 1925, Coca et E. Grove, à la suite d'une série d'expériences très intéressantes, en arrivent à la conclusion que l'atopène (agent actif) du pollen d'*Ambrosia sp.* n'est pas de nature protéinique : il résiste à une digestion protéolytique de vingt-quatre heures.

Black, dans un travail paru peu après, en arrive à la même conclusion. L'hypothèse est émise de la nature carbohydrique et probablement glucosidique de l'agent actif. Peut-être, celui-ci ressemble-t-il à ces carbohydrates isolés des toxines pneumococciques par Heidelberg et Avery (9). Ces carbohydrates, séparés des protéines du virus, sont entièrement inactifs, mais retrouvent toutes leurs propriétés antigéniques dès qu'on les remet en présence d'une protéine quelconque qui agit comme catalyseur.

En 1904, Kamman avait publié une étude d'après laquelle le poison pollinique serait une *toxalbumine*, thermostable, peu sensible à l'action des acides, très sensible à l'action des alcalis, non entièrement digérée par les enzymes, isolable de ses solutions par saturation au moyen de sulfate ammonique.

Dans les laboratoires d'immunologie de l'Université de Pensylvanie à Philadelphie, grâce à l'amabilité du Dr Kol-

mer, nous avons pu reprendre sur le pollen d'*Ambrosia* sp. nos études commencées en Belgique, en collaboration avec le D^r Van Boeckel, sur la constitution chimique des poisons polliniques. Nous publions ici les premiers résultats de nos essais effectués sur le pollen d'*Ambrosia*, d'après les techniques courantes :

1° Dégraissage préalable du pollen d'*Ambrosia* au moyen d'acétone ou d'éther de pétrole;

2° Macération du pollen dégraissé dans un liquide tampon au PH.7;

3° Dosage de l'N par le procédé Kjeldahl appliqué à la colorimétrie;

4° Digestion protéolytique des extraits polliniques par un macéré de Pangéline;

5° Essai d'activité des extraits par la cutiréaction, employée pour la première fois par Blakley, en 1880;

6° Dialyse des extraits digérés à travers une membrane de collodion en vue d'éliminer les produits de désintégration des protéines polliniques.

MATÉRIEL D'EXPÉRIENCES.

Le pollen utilisé est un pollen d'*Ambrosia* div. sp., plante très commune aux États-Unis, fleurissant d'août à novembre. En Europe, on connaît surtout deux types de fièvres des foin : la fièvre printanière de mars à fin juin, coïncidant avec la floraison des arbres fruitiers; la fièvre estivale de mai à fin juillet et coïncidant avec la floraison des Graminées. Les États-Unis possèdent un troisième type : la fièvre automnale qui va de mi-août à décembre et correspond surtout à la floraison des Composées (Ambrosiacées) à floraison tardive.

Le pollen étudié a été en partie recueilli par nous, en partie fourni par la firme Mulford et C^o.

Le pollen d'*Ambrosia* est extrêmement ténu; le diamètre

des grains est d'environ 10 à 15 μ ; il se présente sous forme de petites sphères verruqueuses. Elles sont beaucoup plus petites que la plupart des grains de pollen de plantes anémophyles et notamment des Graminées; le diamètre des grains de pollen de *Secale* est d'environ 30-45 μ .

Un gramme de pollen d'*Ambrosia* contient 90,000,000 de grains et une seule plante d'Ambroise peut fournir en un jour 2 milliards $\frac{1}{2}$ de grains. Lorsque nous aurons dit que l'Ambroise est une des mauvaises herbes les plus fréquentes aux États-Unis (on l'appelle d'ailleurs là-bas *ragweed*, mauvaise herbe), on comprendra que la majorité des cas de fièvre des foins automnale aux États-Unis soit due au pollen d'Ambroise et que c'est surtout sur ce pollen que la plupart des études américaines ont été entreprises.

Il y a deux espèces surtout abondantes :

Ambrosia trifida (low ragweed) et *Ambrosia artemisiaefolia* (high ragweed).

TECHNIQUES.

1. *Extraction du poison pollinique.* — Le pollen, préalablement dégraissé est mis à macérer dans un liquide extractif, au PH.7, dont la composition a été indiquée par A. Evans: KH_2PO_4 : 0^{gr}363; $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$: 1^{gr}431 · NaCl: 5 gr.; phénol pur : 4 c.c.; H_2O : q.s pour 1000 c.c. On utilise comme extrait étalon, l'extrait contenant par 100 c.c. la substance d'un gramme de pollen.

2. *Solution de ferment.* — 5 grammes de Pangestin (ferment pancréatique fourni par la Digestive Ferment C°) sont mis à macérer pendant une heure à la température ordinaire, dans 100 c.c. de liquide extractif; la préparation est filtrée et utilisée sur-le-champ. Son activité est vérifiée par liquéfaction de gélatine à la température de 4-5°.

3. *Dosage de l'Azote.* — Nous avons utilisé la méthode de Folin (10) : on détruit la matière organique par la méthode habituelle de Kjeldahl; l' NH_3 libéré est dosé au colorimètre, après addition du réactif de Nessler, par comparaison avec une solution étalon de sulfate ammonique, traitée de la même façon que l'échantillon à doser.

4. *Digestion et dialyse.* — L'échantillon d'extrait pollinique (25 à 50 c.c.) est additionné de 1 à 5 c.c. de solution de ferment. Un second échantillon d'extrait est additionné d'une quantité de liquide extractif pur égale à la dose de solution de ferment employée; ce second échantillon sert de contrôle et est placé exactement dans les mêmes conditions extérieures que le premier.

Les digestions ont été faites à température ordinaire.

Dans nos dernières expériences de digestion, où la durée de protéolyse était considérable, nous n'avons pas ajouté d'un seul coup la dose de ferment. Par exemple, nous avons ajouté 1 c.c. de solution de ferment, puis, après une digestion de 8 à 10 jours, 1 c.c. nouveau de ferment et ainsi de suite.

La dialyse des extraits entiers ou digérés a été faite à travers des sacs de collodion obtenus en laissant sécher dans des tubes parfaitement propres des couches successives (en général trois) du mélange suivant :

Collodion parfaitement sec (parlodion Dupont) : 15 gr;
alcool absolu : 150 gr.; laisser macérer quarante-huit heures, puis ajouter de l'éther parfaitement sec : 150 gr.

5. *Dosage des protéines.* — Nous avons essayé de comparer, au néphélomètre de Klett, nos échantillons d'extraits, digérés ou non, à des solutions étalons de protéines de sérum, après addition d'acide sulfosalicylique à 5 % (11).

L'étalonnage des solutions de protéines du sérum était

fait selon la méthode Folin : azote total moins azote non protéinique.

Extraits utilisés. — Nous avons surtout utilisé trois extraits de pollen d'Ambroise :

L'extrait I₁ contenant par centimètre cube 0.18 mg. d'azote.

La comparaison au néphélémètre avec une solution étalon de protéines donnait par centimètre cube : 0.25-0.247 mg.

L'extrait I₂ contenant par centimètre cube 0.185 mg. d'azote.

L'extrait I₃ contenant par centimètre cube 0.165 mg. d'azote.

La comparaison avec une solution étalon de protéine donnait par centimètre cube 0.21 mg.

Après addition de ferment, digestion pendant deux jours, dialyse pendant trois jours contre du liquide extractif, ce même extrait contenait par centimètre cube 0.07 mg. d'azote et au néphélémètre 0.347 mg. de protéine.

A la même dilution, le ferment seul contenait par centimètre cube 0.068 mg. d'azote et au néphélémètre 0.365 mg. de protéine.

Vérification de l'activité des extraits polliniques. — L'essai de l'activité physiologique des extraits a été fait par cutiréaction : sur l'avant-bras d'un individu sensible au pollen étudié, et dont la peau elle-même est sensible, on fait des scarifications légères, *qui ne doivent atteindre que les couches superficielles de l'épiderme*. Sur chacune d'elles, on dépose une goutte du produit.

Si ce dernier contient la substance active, on voit se produire dans l'espace de 6 à 20 minutes, tout autour des scarifications, une éruption à allure urticaire; un gonflement amiboïde (épanchement de sérum dans les couches

superficielles de l'épiderme) s'entoure d'une large aréole d'irritation rouge vif, à contours irréguliers.

Comme nous étudions le produit et non le malade, nous n'avons pas à discuter la valeur de la cutiréaction comme moyen de diagnostic des états allergiques (*).

La cutiréaction faite sur des individus dont nous avons vérifié la réactivité épidermique nous a permis simplement de juger de la valeur physiologique du produit étudié.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX.

1. *Dilutions.* — Les extraits de pollen à 1 % sont dilués au moyen de liquide extractif. La valeur physiologique de ces différentes dilutions est vérifiée par cutiréaction.

Les résultats en sont indiqués par les tableaux I et II et par les clichés 1 et 2.

On voit que les extraits à 1 % dilués dans des proportions considérables montrent encore une activité très nette.

2. *Action de la chaleur* — On sait que l'agent actif du pollen est extrêmement résistant à l'action de la chaleur : le chauffage d'un extrait à 56° pendant plusieurs heures, détruit sa capacité de liquéfier la gélatine, propriété attribuable à un ferment, mais n'en détruit pas l'activité antigénique (travail de Coca). On peut le soumettre aussi à l'ébullition pendant une minute sans qu'aucune coagulation apparente se produise. Cependant, le chauffage

(*) Il est établi aujourd'hui que la réactivité de la peau ne va pas toujours de pair avec la réactivité constitutionnelle (12) et que, par conséquent, la cutiréaction ne peut servir de test unique, soit pour diagnostiquer les allergies, soit pour suivre la marche d'un traitement de désensibilisation, soit même pour vérifier la guérison complète; certains auteurs ont rapporté des cas de guérison complète d'états allergiques, alors que la peau était encore sensible, du moins pendant un certain temps.

d'un extrait aux environs de 70° pendant plusieurs heures en réduit considérablement l'activité physiologique.

Le tableau III montre les résultats obtenus en chauffant différentes portions d'un extrait à 70° pendant 1/4 h., 1/2 h., 1 et 2 heures.

Le cliché 3 indique les réactions obtenues avec un extrait chauffé à 75° pendant 5, 10 et 15 heures.

Nous confirmons par ces résultats ceux de L. Gay sur la destruction de l'agent actif par la chaleur. D'après cet auteur, la diminution d'activité est d'autant plus rapide que l'extrait est plus dilué.

Le poison pollinique résiste donc à la chaleur. Mais il n'est pas, comme le pensent certains auteurs, indestructible par l'action de celle-ci. Cette grande résistance des produits d'origine végétale n'est pas exceptionnelle. Déjà Osborne (13) a montré que la ricine est dans ce cas; elle ne perd sa toxicité qu'après chauffage prolongé.

(Laboratoire d'immunologie de Pennsylvania University, Philadelphie, U. S. A., et Institut de Botanique de l'Université de Liège.)

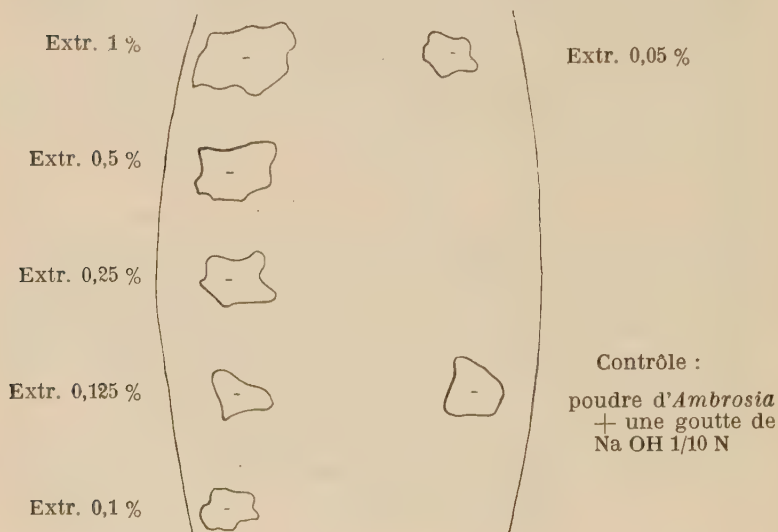
(A suivre.)

TABLEAU I.

Extrait I₂ N par cc. : 0,185 mgr.

Expérience du 7 mars 1927.

Patient : Dr Amb.



Le dessin représente le gonflement provoqué après 10 minutes par des dilutions de l'extrait I₂; la zone d'irritation qui entoure chaque épanchement sérique n'est pas indiquée.

Notation de la réaction :

Extr. 1 % :	++++	réaction très marquée avec pseudopodes.
Extr. dilué 0,5 % :	++++	» » » » »
0,25 % :	++++	» » » » »
0,125 % :	+++	» marquée avec pseudopodes.
0,1 % :	+++	» » » » »
0,05 % :	+++	» » » » »

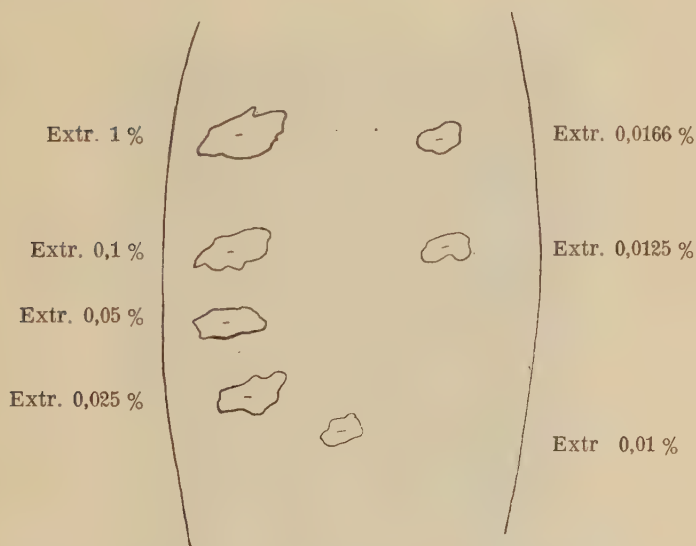
La photographie n° I, qui se rapporte à cette expérience, n'indique que la délimitation de la zone de gonflement.

TABLEAU II.

Extrait I₃. N par cc. : 0,165 mgr.

Expérience du 4 avril 1927.

Patient : Dr Tayl.



Réaction. obtenue après 6 minutes avec des dilutions successives de l'extrait I₃.

Notation de la réaction :

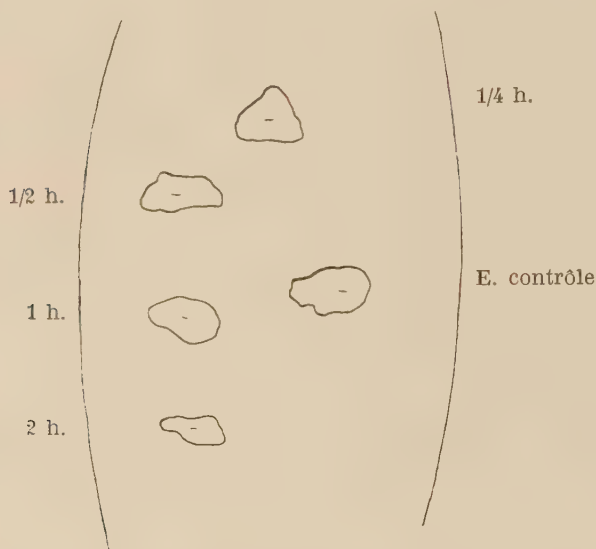
Extr. 1 % : + + + +
 0,10 % : + + + +
 0,05 % : + + +
 0,025 % : + + +
 0,0166 % : + + modérée.
 0,0125 % : + + »
 0,01 % : +.

TABLEAU III.

Extrait I_2 chauffé à 70° .

Expérience du 7 mars 1927.

Patient : Dr Tayl.



Réactions obtenues avec différentes portions d'extrait I_2 , chauffées à 70° pendant $1/4$ d'heure, $1/2$ heure, 1 heure et 2 heures (de haut en bas).

Notation : $1/4$ h. : + + + +

$1/2$ h. : + + + +

1 h. : + + + +

2 h. : + + +

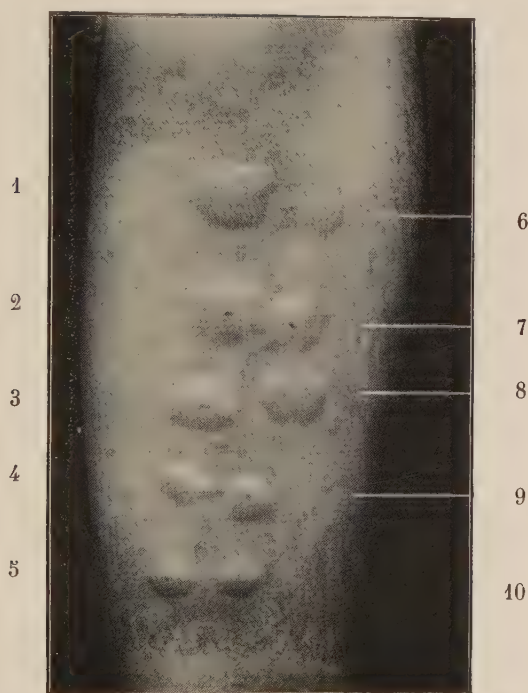
Contrôle : + + + +

PHOTOGRAPHIE N° I.

Extrait I₂.

Expérience du 7 mars 1927.

Patient : Dr Amb.



Photographie de l'expérience indiquée au tableau I.

Réactions obtenues après 10 minutes. De haut en bas, en commençant par la gauche :

Extraits à 1 %; 0,5 %; 0,25 %; 0,125 %; 0,1 %; 0,05 %.

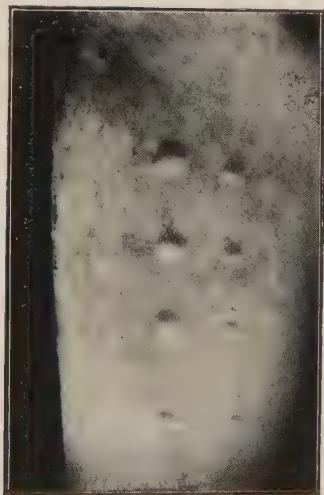
Les deux réactions 7 et 8 se rapportent à une expérience de digestion protéolytique. Les n^{os} 9 et 10 sont des essais de contrôle.

PHOTOGRAPHIE N° II.

Extrait I₂.

Expérience du 10 mars 1927.

Patiente : M^{lle} Hay.



Réactions obtenues après 6 minutes par des dilutions successives de l'extrait I₂ soumis à la protéolyse pendant 48 heures et à la dialyse pendant 60 heures.

De haut en bas, en commençant par la gauche :

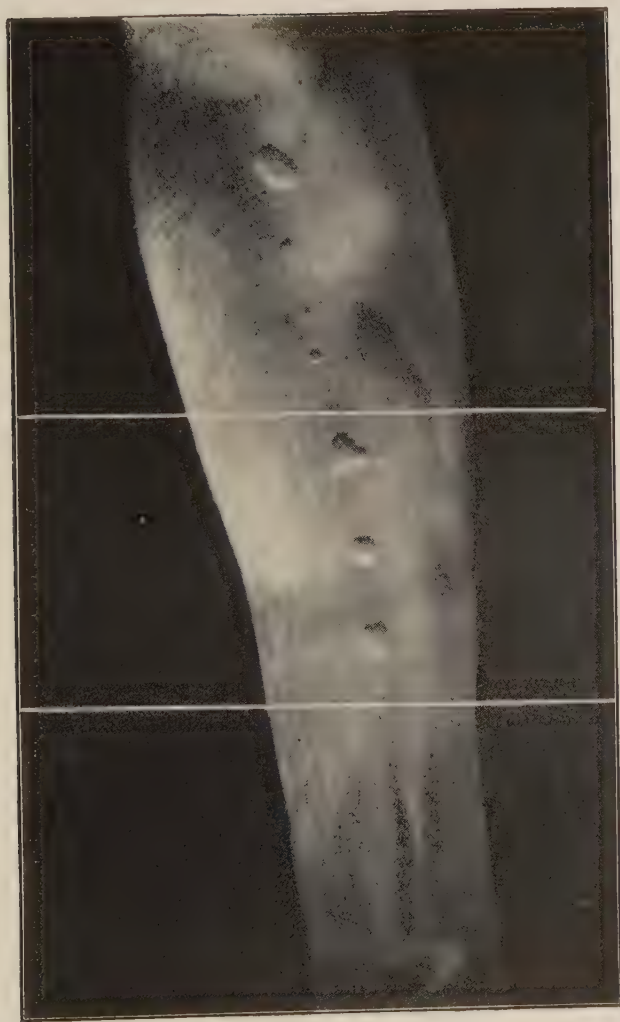
Extraits à 1 %; 0,5 %; 0,1 %; 0,05 %; 0,025 %; 0,0166 %; 0,0125 %; 0,01 %.

PHOTOGRAPHIE N° III.

Extrait I_3 .

Expérience du 8 avril 1927.

Patient : Dr Amb.



Les quatre réactions supérieures sont obtenues après 6 minutes avec des échantillons d'extrait I_3 chauffées à 75° , respectivement pendant (de haut en bas) : 0 heure; 5 heures; 10 heures; 15 heures.

Les trois dernières réactions se rapportent à des expériences de protéolyse.

PHOTOGRAPHIE N° IV.

Extrait I₂.

Expérience du 10 mars 1927.

Patient : D^r Amb.



Photographie de l'expérience représentée au tableau XIII.

(Cliché R. BOUILLENNE).

BIBLIOGRAPHIE

(1)

- JOHN BOSTOCK, Case of a periodical Affection of the Eyes and Chest. (*Med. Chirurg. Transact.*, **10**, 161, 1819.)
- ELLIOTSON, Hay Fever. (*London Med. Gaz.*, **411**, 1831; **164**, 1833.)
- BLACKLEY, Exper. Researches on the Causes and Nature of Catarrhus Aestivus. London, 1873.
- EDGEWORTH, Pollen, 12 pp. London, Hardwicke, 1877.
- OSLEN, Hay Fever. Principles and practice of medicine. Ed. **3**, 1898.
- HEYMAN & MATZUSHITA, Zur Atiologie des Heufiebers. (*Zschr. für Hyg.*, **38**, 495, 1901.)
- DUNBAR, W.-Ph., Zur Ursache und specifischen Behandlung der Heufiebers. (*Verlag Olvenberg*, Munchen, 1903.)
- MAYER, E., The cause and specific treatment of Hay Fever. (*New-York Med. J.*, **266**, 1903.)
- KAMMAN, O., Zur Kenntnis des Roggenpollens und des darin enthaltenen Hiefiebergiftes. (*Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, **5**, 346, 1904.)
- DUNBAR, W.-Ph., Atiologie und specifische Therapie des Heufiebers. Ebenda, 1905.
- PRAUSNITZ, C., Zur Nature des Heufiebergiftes und seines specifischen Segengiftes. (*Berl. Klin. W.*, **227**, 1905.)
- WOLFF EISNER, Das Heufieber, sein Wesen und seine Behandlung. München, 1906.
- FREEMAN, J., The relationship between Hay and others pollenfevers, animal asthmas. (*Proc. of the Roy. Soc. of Med.*, **129**, 1920.)
- DETWESTER, H.-K., Present-day conception of Hay Fever. (*Canad. M. A. J.*, **11**, 37, 1921.)
- GILE, B.-C., Pollinosis or Hay Fever. (*New-York M. J.*, **114**, 337, 1921.)
- WASTON & KIBLERW, Etiology of Hay Fever in Arizona and Southwest. (*J. Amer. Med. Ass.*, **78**, 719, 1922.)
- ROBERTSON, W.-N., Hay Fever. (*M. J. Australia*, **2**, 207, 1922.)
- VAN DE VEER, A., The present status of the treatment of Hay Fever and Asthma. (*Amer. J. of Med. Sc.*, **164**, 97, 1922.)
- ALEXANDER, M.-E., Observat. on the anaphylactogenic properties of rye pollen. (*J. of Immunol.*, **8**, 457, 1923.)

BERNTON, H.-S., The biological Aspects of Hay Fever. (*Rhode Island M. J.*, May 1923.)

(2)

ACHARD, Ch. et FLANDIN, C., Traitement de l'urticaria, du rhume des foins par l'autosérothérapie désensibilisatrice. (*Bull. et Mém. de la Soc. de Méd. des Hôp. de Paris*, **44**, 723, 1920.)

MAC NEIL, C., Anaphylaxis in Man; its bearing upon Hay Fever. Animal and Food Idiosyncrasy and Asthma. (*Edimbourg M. J.*, **26**, 188, 1921.)

ROBERTSON, W., Hay Fever. (*Med. J. Australia*, **2**, 207, 1922.)

SCHEPPEGRELL, W., Hay Fever and Asthma. Philadelphia, 1922.

RACKEMAN, Mechanism of Hay Fever. (*Arch. Int. Med.*, **30**, 221, 1922.)

VAN DE VEER, A., The present status of the treatment of Hay Fever and Asthma. (*Am. J. of Med. Sc.*, **164**, 97, 1922.)

VON GORDON, L., Behandlung von Heufieber. (*Schweiz. med. Wehnschr.*, **54**, 463, 1924.)

HOLLENDER, A.-R., Newer Aspects of Hay Fever Problem with special reference to Preventive Treatment. (*Wisconsin M. J.*, **23**, 27, 1924.)

WELLS, H.-G., The Chemical Aspects of Immunity. New-York, 1925.

STORM VAN LEEUWEN, Oorzaken en Behandeling van Asthma, bronchiale Hooikoorts en verwante toestanden. Wolten, Den Haag, 1925.

VAN BOECKEL, L., Les états allergiques en général et la fièvre des foins en particulier. (*Le Scalpel*, **48**, 1197, 1925; **49**, 1225, 1925.)

WOLF EISNER, Das Heufieber. (*Handb. d. exp. Ther. Serum u. Chemother.* München, 1926.)

BLACK, B., Hay Fever. (*J. of Amer. Med. Assoc.*, **86**, 324, 1926.)

KOLMER, JOHN, The Nature of Hay Fever and Bronchial Asthma. (*Annals of Otol. Rhin. a Laryng.*, sept. 1926.)

WOLF EISNER, A., Das Heufieber. (*Handb. d. exp. Ther. Serum u. Chemother.*, 2^e Aufl., München, 1926.)

COCA, A., Relation of Atopic Hypersensitiveness (Hay Fever, Asthma) to Anaphylaxis. (*Arch. of Path. a. Lab. Med.*, **1**, 96, 1926.)

FRAUSNITZ, Heufieber, (*Handb. der path. Mikroorgan. von Kolle u. Wasserman*. 3^e Auflage, Jena, 1927.)

BALDWIN, J. of Immunology, **13**, 255, 1927.

(3)

DUNBAR, Weiterer Beitrag. Ursache u. spezifischen Heilung des Heufieber. (*Deut. Med. Wochenschr.*, **29**, 149, 1903.)

— Zur Frage betreffend die Actiologie und spezifische Therapie des Heufiebers. (*Berl. Klin. Wochenschr.*, **40**, 537, 569, 596, 1903.)

KAMMAN, O., Zur Kenntnis des Roggen-Pollens und des darin enthaltenen Heufiebergiften. (*Beit. Z. chem. Physiol. u. Pathol.*, **5**, 346, 1904.)

PRAUSNITZ, C., Zur nature des Heufiebergiftes u. seines specifischen Segengiftes. (*Berlin. Klin. Wochenschr.*, **42**, 227, 1905.)

KAMMAN & GAEHTGENS, Experimentelle Untersuchungen über die Bindung von Pollen Toxin und Antitoxin. (*Zeitschr. f. Imm. Forsch. Orig.*, **14**, 646, 1912.)

KAMMAN, O., Weitere Studien ueber das Pollentoxin. (*Biochem. Zeitschr.*, **46**, 151, 1912.)

(4)

SCHEPPEGRELL, W., Classification of Hay Fever Pollens from a biological stand point. (*Boston Med. a. Surg. Journ.*, Jul., 1917.)

— Hay Fever and Hay Fever Pollens. (*Arch. of Int. Med.*, juin 1917.)

HALL, H.-M., Hay Fever plants of California. (*Publ. Health Rep.*, **37**, 803, 1922.)

POTTS, GEORGES, The Pepper tree (*Schoenus molle* L.) as a cause of Hay Fever in South Africa. (*South Afr. J. of Sc.*, **18**, 336, 1922.)

FREEMAN, JOHN, Pollen Fevers with special references to Hay Fever and Amer. autumn. Fever. (*Nelson, Loose Leaf Living*, **3**, 407, 1923.)

SCHEPPEGRELL, W., The immunological classification of common Hay Fever plants and trees. (*Ebenda*, **117**, 1923.)

DUKE, W. & DURHAM, O., Botanic Survey of Kansas City Mo and Neighboring Rural Districts with reference to flora responsible for Asthma, Hay Fever, Dermatoses. (*J. Am. Med. Ass.*, **82**, 939, 1924.)

GOULD, A., Physical factors pertaining to Hay Fever; amount of seasonal precipitation. (*J. Am. Med. Ass.*, p. 693, 1924.)

HANGLIK, Hay Fever plants of Kansas City District. (*P.H.R.*, **39**, 1383, 1924.)

KAHN, I.-S., Botany of Southwest Texas with reference to Hay Fever and Asthma. (*J. Am. Med. Ass.*, **82**, 871, 1924.)

SCHEPPEGRELL, W., Etiology, Airplane Test of Hay Fever Pollen density in upper air. (*M. J. et Record*, **119**, 185, 1924.)

— Hay Fever pollens in the upper air. (*Ebenda*, 661, 1925.)

BENJAMINS, IDZERDA & UITTEN, Untersuchungen über Heufieber hervorrufoende pflanzen in Utrecht und Umgebung. (*Ned. Tijdschr. v. Geneesk.*, **70**, 18, 1926.)

WIGAND, R., Flugzeugbeobachtungen über den Pollengehalt der Luft in Fröhjahr. (*Berl. Klin. Wochenschr.*, 508, 1926.)

BALVAT, R., Distribution of Aenidas as cause of Hay Fever in United States. (*Am. J. Med. Sc.*, **174**, 369, 1927.)

PINNESS, G., Role of structural features of pollen grains in identifying most important Hay Fever plants in California. (*J. Lab. a. Clin. Med.*, **12**, 1164, 1927.)

(5)

- SCHEPPEGRELL, W., Diagnosis and susceptibility in Hay Fever. (*Med. Rec.*, **100**, 191, 1921.)
- DILLON, C., Anaphylaxis in Relation to Asthma, Hay Fever and Eczema. (*J. Oklahoma Med. Ass.*, **15**, 153, 1922.)
- COCA, A. & GROVE, E., Studies in hypersensitiveness. XIII. A study of the atopic reagins. (*J. of Immunol.*, **10**, 445, 1925.)
- WALZER, M. & GROVE, E., Studies in specific hypersensitiveness. A comparison study of the antigenic properties of pollens, egg white and glue in guinea-pigs, as determined by the intravenous and Dale methods of testing in anaphylaxis. (*J. of Immunol.*, **10**, 483, 1925.)
- AARON BROWN, Studies in Hypersensitiveness. XXXIII. On the question of the Specificity of the Protective Effect of the Specific treatment of Hay Fever. (*J. of Immunology*, XV, n° 4, 1928.)
- VAN BOECKEL. *Loc. cit.*

(6)

- KOLMER, JOHN. *Loc. cit.*

(7)

- WEIL, R. Der mikroskopische und bakteriologische Befund in Nasenschleim von Heufieberpatienten. (*Verh. d. Ges. Deutschen Naturf. U. Ärzte. Hambourg*, **2**, 393, 1901.)
- MAC COY, A clinical study of the use of the antitoxin serum (Dunbar's) in Hay Fever during the season of 1903. (*New-York Med. J.*, 978, 1903.)
- LUBBERT, A., Zur Serum Behandlung der Heufiebers. (*Ther. Mh.*, **18**, 605, 1904.)
- ROSENBERG, Traitement de la fièvre des foin par la pollantine. (*Arch. Intern. de Laryng.*, **18**, 887, 1904.)
- KAMMAN, O., Das Heufieber u. seine Serumbehandlung. (*Berl. Klin. Wochenschr.*, 873, 1906.)
- SOMERS, The antitoxin treatment of Hay Fever. (*The Laryngoscope*, 1906.)
- PRASNITZ, C., Die Heufiebergifte. Heufieberantitoxin. (*Handb. d. Techn. u. Metho. d. Immunitätsforsch. v. Kraus u. Levaditi. Iéna*, 1908/09.)
- Heufiebergift u. Heufieberserum. (*Handb. d. path. Mikroorganismen v. Kolle u. Wasserman. Iéna*, 1912.)
- BILLARD et MALTET, La sérothérapie contre le rhume des foin et l'asthme. (*Gaz. des Hôp. civ. et milit.*, **82**, 651, 1909.)
- KARASAWA, Ueber Anaphylaxie erzeugt mit pflanzlichen Antigen. (*Zeitsch. fur Immunitätsf. Orig.*, **5**, 510, 1910.)
- FISCHER, W., Ueber das Schanghaier Heuasthma den sog. Privet cough. (*P. Arch. f. kl. Med.*, **118**, 267, 1915.)

- SCHEPPEGRELL, W., Hay Fever and its Prevention. (*U. S. Publ. H. Rep.*, **349**, juillet 1916.)
- Hay Fever in Louisiana. (*N. Orleans Med. a. Surg. J.*, oct. 1916.)
- CLOCK, R., Antipollen serum for standardization of pollen antigen. (*J. of Inf. Dis.*, **22**, 80, 1918.)
- HEYL, FR., The protein extract of ragweed pollen. (*J. of the Amer. chem. Soc.*, **41**, 670, 1919.)
- WALKER, I., Causes and treatment of seasoned Hay Fever. (*M. Clinics N. Amer.*, **4**, 1673, 1921.)
- GILE, B.-C., Pollinosis or Hay Fever. (*New-York Med. J.*, **114**, 337, 1921.)
- CAULFIELD, A., Sensitization in bronchial Asthma and Hay Fever. (*J. Am. Med. Ass.*, **76**, 1071, 1921.)
- SCHEPPEGRELL, W., Special forms of Hay Fever and their desensitization. (*Laryngoscope*, **31**, p. 549, 1921.)
- PHILIPS, E., Treatment of Hay Fever with Arizona Pollens. (*Soutwestern Med.*, **6**, 136, 1922.)
- KENZIE, G., Desensitization of Hay Fever Patients by specific local applications. (*J. Amer. Med. Assoc.*, **78**, 787, 1922.)
- WALKER, J., Hay Fever. (*Ann. Otol., Rhinol. a. Laryng.*, **3**, 660, 1922.)
- VAN DER VEER, Treatment of Hay Fever and Asthma. (*Amer. J. Med. S.*, **164**, 97, 1922.)
- BARCAT, Radiothérapie dans la fièvre des foin. (*Bull. Acad. Méd. Paris*, **87**, 642, 1922.)
- BLACK, A., Seasonal Hay Fever. (*J. Amer. Med. Ass.*, **79**, 2146, 1922.)
- CLOCK, R., Hay Fever and Pollen Therapy. (*New-York Med. J.*, **116**, 193, 1922.)
- VAN DER VEER, J., Studies in specific hypersensitiveness. Comparison of various pollen extracts with reference to question of their therapeutic value in Hay Fever. (*J. of Immunol.*, **7**, 113, 1922.)
- CLOCK, R., Hay Fever and its treatment with glycerolated Pollen antigen. (*J. M. Soc. New-Jersey*, **19**, 63, 1922.)
- WALZER, M. & GROVE, E., A study of the anaphylactogenic properties of aqueous extracts of pollens and Le Page's glue. (*Proc. Soc. for exp. Biol. and Med.*, **21**, 48, 1923.)
- FREEMAN, JOHN, Pollen Fevers, with special references to Hay Fever and Amer. autumn. Fever. (*Nelson, Loose Leaf Living*, **3**, 407, 1923.)
- ALEXANDER, M.-E., Observations on the anaphylactogenic properties of rye pollen. (*Secale cereale*.) (*J. of Immunology*, **8**, 457, 1923.)
- BERTON, H.-S., Immunologic observations in autumnal Hay Fever; with special references to Treatment. (*J. Amer. Med. Assoc.*, **82**, 1434, 1924.)
- CAULFIELD, A., Treatment, desensitization of Hay Fever Patients. (*Ann. Clin. Med.*, **2**, 348, 1924.)

- SCHEPPEARELL, W., Prevention and Treatment of Hay Fever. (*U. S. P. H. Reports*, **39**, 1491, 1924.)
- WEBB, Treatment of Hay Fever by Pollen extract inoculation. (*Nebraska M. J.*, **9**, 260, 1924.)
- PARKER, J., The production of precipitins for ragweed pollen. (*J. of Immunol.*, **9**, 515, 1924.)
- HARRISON, W. & ARMSTRONG, Ch., Some experiments on the antigenic principles of ragweed pollen extract (ambrosia elatior and ambrosia trifida). (*Publ. H. Rep.*, **39**, 1261, 1924.)
- ARMSTRONG, Ch. & HARRISON, W., A study of ragweed pollen extracts for use in the treatment of ragweed pollen hypersensitiveness. (*Publ. Health. Rep.*, **39**, 2422, 1924.)
- CSONKA, F., BERTON, H. & JONES, D., Proteins of timothy and orchard grass pollen and their relation to vernal Hay Fever. (*Proc. of the Soc. for exper. Biol. and Med.*, **22**, 14, 1925.)
- GROVE, E. & COCA, A., Studies in hypersensitiveness. XV. On the nature of atopy of pollen, house dust, horse dander and green pea. (*J. of Immunology*, **10**, 471, 1925.)
- COCA, A. & GROVE, E., Studies in hypersensitiveness. XIII. A study of the atopic reagins. (*J. of Immunology*, **10**, 445, 1925.)
- HUBER, H. & KOESSLER, K. The antigenic property of pollens. (*A. of intern. Med.*, **36**, 751, 1925.)
- ARMSTRONG, Ch. & HARRISON, W., Standardization of pollen extracts by the complement fixation test. (*Ebenda*, **40**, 1466, 1925.)
- RACKEMAN, Study on Hay Fever and Asthma. (*J. Amer. Med. Ass.*, **84**, 489, 1925.)
- The results of the specific treatment of Late Hay Fever. (*J. of Immunology*, **11**, n° 2, 8191, 1926.)
- Immunology*, **11**, n° 2, 81-91, 1926.)
- GAY LESL, The effect of heat and hydrogen ion concentration on the extract of Short Ragweed. (*J. of Immunology*, **11**, 371, 1926.)
- NICHOLSON, D., Importance of specific pollens and their optimum dosage for desensitization in Hay Fever. (*Canad. M. A. J.*, **16**, 683, 1926.)
- LEVINE, P. & COCA, A., Studies of hypersensitiveness. Quantitative study of atopic reagin in Hay Fever. Relation of skin sensitivity to reagin content of serum. (*J. of Immunol.*, **11**, 435, 1926.)
- KERN, R.-A., Seasonal pollen Hay Fever with negative skin test. Results of treatment. (*Ann. Clin. Med.*, **5**, 371, 1926.)
- CAULFIELD, A.-H.-W., COHEN LEE & EDIE, G.-S., The antigenic properties of pollen fractions. (*J. of Immunol.*, **12**, n° 2, 153, 1926.)
- ALLES, G. & LAWSON, R., The preparation and purification of pollen extracts. (*J. of Immunol.*, **14**, 181, 1927.)

- DIENES, L. & SCHOENHEIT, E.-W., Local hypersensitiveness. I. Sensitization of tubercul. Guin-pigs with eggwhite and Timothy pollen. II. The transfer of local hypers. of tuberc. Guin-pigs with the blood serum. (*J. of Immunology*, **14**, n° 1, 1927.)
- BALDWIN, L.-B., Some observations of the skin and mucous membranes reactions in Hay Fever. (*J. of Immunology*, **13**, n° 5, 345, 1927.)
- BROWN, A., A new plan for applying the specific treatment of pollen Hay Fever. (*J. of Immunology*, **13**, n° 4, 1927.)
- Studies on Hypersensitiveness. XXIV. On the question of the identity of the atopens of the pollens of High Ragweed and Low Ragweed. (*J. of Immunology*, **13**, n° 1, 273, 1927.)
- SPITZ, H., Pollen sensitization. (*J. Tennessee M. Associat.*, **20**, 78, 1927.)
- CHOBOT, R., Studies in Hypersensitiveness. XXVIII. The relationship of the Atopens of the pollen of Bermuda grass (*Cynodon dactylon*) and Timothy grass (*Phleum pratense*). (*J. of Immunology*, **16**, n° 3, 1929.)

(8)

- NOON, L. *The Lancet*, **1**, 1572, 1911.
- CLOCK, R.-O., Préparation of pollen extracts (*J. of Infect. Diseases*, **21**, 521, 1917.
- WALKER, I.-C., Preparat. of Pollen Extracts. (*Amer. J. Med. S.*, **157**, 409, 1919.)
- COCA, A.-F., Studies in specific hypersensitiveness. The prepar. of fluid extr. and solut. for use in the diagnosis and treatment of the allergies, with notes on the collection of pollens. (*J. of Immunology*, **7**, 163, 1922.)
- EVANS, A. *J. Infect. Diseases*, **30**, 95, 1922.
- KOLMER, J.-A., Practical Textbook of Infection, Immunity and biologic Therapy. Philadelphia and London, Saunders Co, 3^e éd., 1923.
- COCA & MILFORD, Studies in specific hypersensitiveness. XVII. The preparation of fluid extracts and solutions for use in the the diagnosis and specific treatment of atopic conditions. (*J. of Immunol.*, **10**, 555, 1925.)
- ALLES, G.-A. & LAWSON, R.-W. The preparation and purification of pollen extracts. (*J. of Immunology*, **14**, n° 3, 181, 1927.)
- COCA, A.-F. & MILFORD, E.-E., Studies of specific hypersensitiveness. XXX. Additional notes on the preparation of the fluid extracts and solutions for use in the diagnosis and treatment of atopic conditions. (*J. of Immunology*, **15**, n° 1, 1928.)

(9)

- HEIDELBERG & AVERY *J. of Exper. Med.*, **38**, 731, 1923.

(10)

FOLIN, O., Laboratory manual of biological chemistry. New-York, Appleton C°, 1925.

(11)

KOBER. *J. Biol. Chem.*, **13**, 485, 193. — *J. Am. M. Chem. Soc.*, **25**, 290, 1913.

DENNIS & AYER. *Arch. of Intern. Med.*, **26**, 436, 1920.

ADLER, PR. *Arch. of Ophtalm.*, **55**, 484, 1926.

(12)

VAN DER VEER. *J. of Immunology*, **1**, 201, 1918.

MAGNARD. *Long-Is. Med. J.*, **19**, 56, 1925.

STUART. *Amer. J. of Dis. of Child.*, **32**, 341, 1926.

BALDWIN. *J. of Immunology*, **13**, 345, 1927.

CLARKE, J.-A. *J. of Immunology*, **15**, n° 2, 1928.

RACKEMAN. *J. of Amer. Med. Assoc.*, **84**, 489, 1925.

(13)

OSBORNE, MENDEL & HARRIS. A study of the proteins of castor bean with special reference to the isolation of ricin. (*Amer. J. Physiol.*, **14**, 259, 1905.)

BOTANIQUE.

**Recherches expérimentales sur l'agent toxique du pollen
d'« *Ambrosia* div. sp. » (Compositacées),**

par M. et R. BOUILLENNE (*).

(Suite) (1).

3. *Digestion*. — Des expériences de digestion d'extraits polliniques d'*Ambrosia* sp. sont réalisées, dans lesquelles la durée de la protéolyse est variable.

A) 50 c.c. d'extrait de pollen (extrait I₁) sont additionnés de 2 c.c. de solution de ferment et soumis à la digestion pendant 24 heures, à la température ordinaire; 50 c.c. du même extrait sont additionnés de 2 c.c. de liquide extractif et soumis aux mêmes conditions extérieures que le précédent échantillon, pour servir de contrôle. Après la digestion, l'extrait de pollen et son contrôle sont dialysés en glacière pendant 3 jours, contre du liquide extractif que l'on change trois fois par jour. (On ajoute une légère couche de toluol sur les liquides en dialysation.)

Le tableau IV indique le résultat de la eutiréaction. On voit que l'extrait pollinique conserve une activité très nette.

B) Différents échantillons d'un extrait (I₂) sont soumis à la digestion respectivement pendant 5 jours, 3 jours, 2 jours et 1 jour; mis à dialyser ensuite pendant 3 jours, comme précédemment. Un autre échantillon mis à digérer pendant 3 jours n'est pas soumis à la dialyse. Nous avons

(*) Présenté par M. Marchal à la séance du 7 février 1931.

(1) Voir *Bull. de l'Acad. roy. de Belg. (Cl. des Sc.)*, 5^e série, t. XVI, 1930, p. 1052.

opéré de telle façon que le volume du dialysat n'a pas été modifié. La cutiréaction a donné les résultats consignés au tableau V. Après 5 jours de digestion l'extrait perd à peine de sa toxicité. Un essai-contrôle avec la Pangestine seule ne donne aucune réaction cutanée.

C) 50 c.c. d'un extrait (I_3) sont additionnés de 1 c.c. de solution de ferment; après 5 jours de digestion à température ordinaire, on ajoute de nouveau 1 c.c. de ferment qu'on laisse encore agir pendant 5 jours. On le place, comme d'ordinaire, à la température du laboratoire. On pourrait objecter qu'à cette température (20°) l'extrait peut être décomposé en dehors de l'action du ferment. Il est donc nécessaire de préparer deux autres échantillons d'extrait témoins, additionnés de 2 c.c. de liquide extractif et placés pendant 10 jours, sans ferment, l'un à côté du produit en digestion, l'autre en glacière. 50 c.c. de liquide d'extraction additionnés de 2 c.c. de ferment sont placés également à côté de l'extrait en digestion.

Ensuite, sans dialyse, les quatre échantillons sont essayés sur patient. Les résultats de cette expérience sont indiqués au tableau VI.

A la fin de cette période de protéolyse l'activité de l'agent toxique, bien que très nette encore, semble diminuée. Les deux extraits témoins donnent des réactions cutanées de même valeur, indiquant que le séjour au laboratoire n'a pas altéré le produit.

D) A l'échantillon digéré de l'expérience précédente on a ajouté de nouveau 2 c.c. de ferment, de même au troisième contrôle (liquide extr. et ferment). Les deux tubes sont replacés à température ordinaire pendant un mois et demi; puis, sans dialyse, vérifiés quant à leur activité physiologique. On trouvera au tableau VII les résultats de cette expérience. L'un des deux contrôles de l'expérience C (extrait plus 2 c.c. de liquide extractif sans ferment) reçoit un supplément de 2 c.c. de liquide extrac-

tif et est abandonné dans les mêmes conditions pendant le même temps.

L'extrait digéré pendant ce long laps de temps a perdu toute activité. L'extrait-contrôle non digéré reste parfaitement actif à la cutiréaction.

Donc, une digestion prolongée à température ordinaire diminue considérablement et peut même détruire entièrement l'activité antigénique du pollen d'*Ambrosia sp.* Par l'expérience relatée au tableau V, il semble que la dialyse enlève à l'extrait une légère partie de son activité. Ce fait a d'ailleurs été également noté par COCA et E. GROVE.

Remarque. — Toutes les expériences de cutiréaction ont été effectuées sur des patients n'ayant jamais reçu d'injection désensibilisante de solution de pollen d'*Ambrosia* ⁽¹⁾.

Les expériences-contrôles, avec du liquide extractif additionné de ferment ont été faites pour démontrer que les réactions positives données par les extraits digérés n'étaient pas dues aux protéines du ferment qui se trouvent dans les solutions digérées, dialysées ou non.

4. *Précipitation par différents réactifs.* — A) *Acide sulfosalicylique* à 5 %. — Deux échantillons d'un extrait (I₂), l'un non digéré, l'autre digéré et dialysé, sont additionnés d'une quantité de réactif égale à leur volume.

Pour le contrôle, on mélange parties égales de liquide extractif et de réactif.

Les trois mélanges sont filtrés et l'essai physiologique de leur activité a donné les résultats assez bizarres indiqués au tableau VIII.

(1) Cette remarque répond à l'objection que des individus préalablement traités par injections des protéines polliniques peuvent être sensibilisés à ces protéines et montrer une cutiréaction composite de réactions à différentes protéines polliniques n'ayant aucun rapport avec le poison lui-même.

L'acide sulfosalicylique seul ne donne aucune réaction cutanée. Le filtrat de l'extrait-contrôle additionné d'acide sulfosalicylique donne une réaction positive analogue à celle d'un extrait entier de pollen.

Le filtrat de l'extrait digéré et traité par l'acide sulfosalicylique a perdu son activité; tandis que le même extrait digéré et non traité par l'acide est positif.

B) *Acide tungstique*. — Deux échantillons de 5 c.c. du même extrait I₂, l'un non digéré, l'autre digéré et dialysé, sont additionnés chacun de 1 c.c. de tungstate de soude à 10 % et 1 c.c. de H₂SO₄ 2/3 N.; un contrôle tungstique est également préparé. Tous les filtrats des expériences A et B sont essayés sur le même individu; les résultats sont résumés par le tableau IX. Ce tableau montre les réactions dues aux filtrats de cette expérience en parallèle avec ceux de l'expérience A.

Nous avons répété sur un deuxième patient l'expérience ci-dessus; les mêmes résultats ont été obtenus. Pour la facilité nous résumons en un seul tableau les observations précédentes (tableau X) :

TABLEAU X

EXTRAIT.	CUTIREACTION.	
	PREMIER PATIENT.	DEUXIÈME PATIENT.
Contrôle, ext. total.	Positif.	Positif.
Ext. total + ac. sulfosalicylique.	Positif.	Positif.
Ext. digéré et dialysé.	Positif.	Positif.
Ext. dig. et dial. + ac. sulfosal.	Négatif.	Négatif.
Ac. sulfosal.-contrôle.	Négatif.	Négatif.
Ext. total + ac. tungst.	Négatif.	Négatif.
Ext. dig. et dial. + ac. tungst.	Négatif.	Négatif.
Ac. tungst.-contrôle	Négatif.	Négatif.

Les essais au moyen de l'acide tungstique montrent que l'agent actif est entièrement précipité de ses solutions.

La précipitation au moyen de l'acide sulfosalicylique donne un résultat inattendu : ce réactif n'entraîne pas dans le précipité des protéines polliniques la totalité de l'agent actif; mais lorsque l'extrait est additionné de ferment et digéré, il entraîne dans le précipité des protéines polliniques et fermentaires toute l'activité de l'extrait. Nous n'essayerons pas d'expliquer ici autrement que par un entraînement mécanique dans un précipité plus volumineux, cette disparition de la substance active de l'échantillon additionné des protéines du ferment.

Cependant, nous désirons revenir sur un autre résultat bizarre obtenu avec l'acide sulfosalicylique dans les essais de dosage des protéines extraites ⁽¹⁾. Nous résumons ce résultat dans le tableau XI.

TABLEAU XI

DOSAGE DE L'AZOTE DANS DIFFÉRENTS EXTRAITS (précipitation par acide sulfosalicylique).

Extr. 1 ₁ complet et sans ferment: N. par cc. .	0.18 mg.
Protéine par cc.	0.25 mg.
Extr. 1 ₂ complet et sans ferment: N. par cc. .	0.16 mg.
Protéine par cc.	0.21 mg.
Extr. 1 ₃ digéré et dialysé: N. par cc.	0.07 mg.
Protéine par cc.	0.347 mg.
Ferment seul: N. par cc.	0.068 mg.
Protéine par cc.	0.363 mg.

Les protéines du ferment ne sont pas dialysables; nous les retrouvons donc toutes dans l'extrait I₃ digéré et dialysé.

Si nous comparons le rapport Azote sur Protéine dans

(1) *Bull. Acad. roy. de Belg. (Cl. des Sc.)*, 1930, p. 1060. Voir (21).

les cas de l'extrait I₃ digéré et dialysé et du ferment pur, nous constatons qu'ils sont approximativement

$$\frac{0,07}{0,347} = \frac{1}{5} \quad \text{et} \quad \frac{0,068}{0,363} = \frac{1}{1,55}$$

Ces rapports sont habituels.

Au contraire, les rapports $\frac{\text{N}}{\text{Protéine}}$ des extraits entiers non digérés, sans ferment,

$$\frac{0,18}{0,25} = \frac{1}{1,4} \quad \text{et} \quad \frac{0,16}{0,21} = \frac{1}{1,3}$$

sont aberrants.

L'Azote total des extraits représente donc autre chose que des protéines précipitables par l'acide sulfosalicylique.

C) *Sulfate ammonique*. — Plusieurs échantillons d'extraits polliniques sont additionnés respectivement de 2,5, 3,75, 5, 7,5 gr. de sulfate ammonique cristallisé. Après dépôt des précipités formés et décantation, les précipités sont lavés sur le filtre avec une solution contenant la quantité de Am₂SO₄ utilisée pour la précipitation. Les précipités sont ensuite redissous dans 10 c.c. de liquide d'extraction. Les filtrats et les précipités redissous sont dialysés pendant 2 à 3 jours contre du liquide d'extraction que l'on renouvelle fréquemment (enlèvement du sulfate ammonique). Dans les tableaux XII et XIII et le cliché IV on trouvera le résultat des essais de réaction épidermique.

Ici la dialyse a provoqué de légers changements dans les concentrations. Pour plus de précision, nous avons réalisé une nouvelle expérience, celle du tableau XIV, où toutes les précautions ont été prises pour que filtrats et précipités redissous soient obtenus prêts à l'essai, exactement dans les mêmes conditions de concentration que l'extrait de pollen pur.

Ces expériences de précipitations progressives (tabl. XII, XIII et XIV) révèlent les points suivants :

- à 3/10 de saturation par le sulfate ammonique, les filtrats et les précipités sont actifs;
- à 5/10 les filtrats sont encore légèrement actifs; les précipités donnent des réactions positives plutôt amplifiées;
- à 7/10 les filtrats deviennent inopérants, tandis que les précipités gardent leurs effets;
- à saturation (10/10) idem.

D) *Réaction de Molish*. — Les extraits totaux (de pollen préalablement dégraissé), de même que les filtrats des échantillons traités à différents degrés de saturation par le sulfate ammonique, donnent la réaction de Molish positive.

Les précipités obtenus dans les mêmes conditions donnent une réaction négative, excluant la possibilité d'un entraînement de radicaux sucrés dans le précipité des protéines polliniques et de l'agent actif. Les réactions obtenues avec nos extraits à 1 % de pollen sont comparables en intensité aux colorations données par une solution de glucose à 0.05 %.

L'agent actif du pollen d'*Ambrosia sp.* ne semble pas lié à des groupes de carbohydrates (sucre ou glucoside).

BLACK a émis l'hypothèse que l'agent actif du pollen d'*Ambrosia* n'était pas de nature protéinique, était peut-être un carbohydrate semblable à ceux isolés par HEIDELBERG et AVERY du virus pneumococcique (voir (21), p. 1056).

Dans le filtrat d'un échantillon traité à 7/10 de saturation et inactif, contenant encore tous ses groupements carbohydriques, nous avons ajouté un peu de protéine étrangère; l'essai sur patient a été négatif (voir tableau XIII et photo IV), indiquant par là que les groupes carbohydriques du pollen, en solution, mélangés ou non de protéines, sont inactifs.

DISCUSSION.

Nous ne reviendrons pas sur l'activité du poison pollinique; il est acquis qu'il constitue un corps d'une puissance physiologique remarquable.

La teneur en Azote total n'a aucun rapport avec l'activité d'un extrait.

Coca a montré que par dialyse on peut enlever les $\frac{2}{3}$ de l'N. sans nuire notablement à la valeur atopique du pollen.

Cette teneur en N. varie d'ailleurs selon le mode de préparation de l'extrait, dans de fortes proportions (deux de nos extraits à teneur respective de 0.12 et 0.21 mg. par c.c. essayés sur le même individu ont donné la même cuti-réaction).

Le fait de ne pas trouver de trace chimiquement décelable d'N. dans un extrait actif n'implique pas qu'il n'y a pas d'N. en quantité biologiquement effective; les méthodes actuelles pour déceler l'N. par voie chimique ne réussissent guère pour des quantités moindres que 0.005 mg. d'N. (14); la dilution limite à laquelle une protéine peut être décelée chimiquement ne dépasse pas une concentration de 0.25 mg. pour les réactions ordinaires et 0.035 mg. (15) par c.c. pour certaines réactions extrêmement délicates comme celle du sulfate ammonique : on éclaire violemment et par le bas un mélange à parties égales superposées de Am_2SO_4 saturé et de solution à examiner, tenu sur fond noir; si la concentration dépasse 0.035 mg. de protéine par c.c., on distingue un anneau blanc à la limite de séparation des deux liquides.

A. LOCKE a isolé (16) par électrodialyse une préparation d'hémolysine dont chaque unité hémolytique est associée à 0.002 mg. de protéine, c'est-à-dire à environ 0.0004 mg. d'N.; de même KOSAKI (17) rapporte qu'il a obtenu des solutions d'anticorps qui, bien que biologiquement

actives, ne donnaient aucune des réactions chimiques des protéines.

OSBORNE a travaillé sur des solutions de ricine mortelles pour les animaux et ne donnant aucune réaction chimique de protéine. C'est en concentrant de telles solutions que l'auteur américain a obtenu un liquide final donnant toutes les réactions chimiques des protéines et dont il a isolé une albumine toxique. Dans la préparation la plus pure obtenue par OSBORNE, il y avait 37 % de globuline inactive et 63 % d'albumine toxique. La dose léthale de cette préparation était de 0.0005 mg. par kilogramme d'animal en injection sous-cutanée.

Le fait que des solutions physiologiquement actives d'extrait de pollen ne donnent aucune des réactions des protéines ne nous permet pas de conclure à l'absence de tout corps azoté actif dans l'extrait.

La digestion protéolytique ne semble pas, du moins après 36 ou 48 heures, avoir affecté l'activité physiologique des extraits polliniques, ainsi que le montrent les expériences de Kamman, Coca et les nôtres.

Mais après 10 jours de digestion, nous avons obtenu une diminution notable de toxicité, et après 50 jours, la disparition complète de celle-ci (voir pp. 236 et 237). Nous ne possédons qu'une seule expérience de cette durée; il faudrait la répéter, non seulement sur le pollen d'*Ambrosia*, mais aussi sur d'autres pollens toxiques (ce sera l'objet d'une prochaine étude). Cependant, le fait qu'une même portion d'extrait pollinique tenue exactement dans les mêmes conditions extérieures que l'échantillon additionné de ferment a conservé toute son activité semble bien démontrer que c'est à l'action du ferment qu'il faut attribuer la destruction de l'agent actif.

Qu'une protéine végétale soit ainsi extrêmement résistante aux zymases protéolytiques, cela n'a rien qui puisse nous étonner. Déjà en 1889, STILLMARK (18) avait noté que

la ricine n'était pas détruite par une digestion trypsique de 18 heures. Après de nombreuses années de discussion sur la nature protéinique des toxines végétales et leur destruction par protéolyse (MULLER, etc.) (19), OSBORNE a montré que la ricine, très résistante à l'action des ferments, était cependant détruite par action prolongée de la trypsine (20). Dans son traité : *Vegetable Proteins*, OSBORNE dit : « Il est évident que la ricine n'est pas facilement altérée par les ferments protéolytiques; mais en supposant même qu'elle ne le soit pas du tout, on devrait encore se demander si cela constitue une preuve de sa nature non protéinique, car les ferments protéolytiques agissent très différemment sur les diverses formes de protéines : l'érepsine hydrolyse très facilement les protéoses primaires et n'a aucune action sur les autres protéines natives. La trypsine digère beaucoup de protéoses en formant des amino-acides libres, mais elle n'a aucune action sur certains polypeptides dérivés de protéines natives. De même, elle digère certains polypeptides synthétiques, mais est sans aucune action sur d'autres.

» Il ne serait pas du tout surprenant qu'il existât dans la nature une forme de protéine non attaquable par les ferments protéolytiques, et le fait que les toxalbumines végétales ont sur les animaux des effets physiologiques aussi remarquablement puissants indiquerait qu'elles diffèrent d'une manière nette des autres protéines connues; cependant, après tout ce que nous connaissons aujourd'hui sur les toxalbumines, il serait difficile de ne pas les classer parmi les substances protéiniques. »

Entre 1 et 7/10 de saturation des extraits polliniques, par du sulfate ammonique, l'agent actif est entraîné dans le précipité des protéines polliniques; à 7/10 de saturation, il est totalement entraîné, alors que les groupes carbohydrateux restent entièrement dans les filtrats (p. 241). Ce résultat de nos essais indique qu'il n'existe aucune rai-

son plausible d'attribuer à un corps sucré la toxicité des extraits de pollen d'*Ambrosia*. L'échec de l'expérience répétée d'après Heidelberg et Avery en est une autre confirmation.

CONCLUSIONS.

De cette série d'expériences sur le pollen d'*Ambrosia* sp. nous obtenons les résultats suivants :

1° L'agent actif « atopène » du pollen d'*Ambrosia* sp. est extrêmement actif et agit à des doses où sa réactivité chimique est nulle.

2° Il est très résistant à l'action de la chaleur; cependant un chauffage prolongé à 75° peut diminuer et même détruire entièrement son activité.

3° Il est très difficilement attaquable par les ferments protéolytiques. Cependant une hydrolyse prolongée (50 jours environ) amène une diminution notable de son activité.

4° Le sulfate ammonique à 7/10 de saturation entraîne le produit avec le précipité des protéines polliniques, dans lequel il conserve toute son activité.

5° L'hypothèse de sa nature carbohydrique ne semble pas devoir être retenue.

Notre projet est d'arriver par concentrations et purifications successives à obtenir un produit chimiquement déterminable.

Laboratoire d'Immunologie de l'Université de Pennsylvania (Philadelphie, E.-U.), et Institut de Botanique de l'Université de Liège.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

(Suite.)

(14)

MAIN, E. et LOCKE, A., The determination of small amounts of proteins nitrogen. (*J. of Biological Chemistry*, **64**, 75, 1925.)

(15)

LOCKE, A. et HIRSCH, The Isolation of substances with immune properties. (*J. of Inf. Diseases*, **37**, 450, 1925.)

(16)

LOCKE, A., The fractionation of isoelectric amboceptor pseudo-globulin by electrodialysis. (*J. of Inf. Diseases*, **35**, 519, 1924.)

(17)

KOSAKI, M. *J. of Immunology*, **3**, 109, 1918.

(18)

STILLMARK, H., Ueber ricin. (*Arb. d. Pharmak. Inst. zu Dorpat*, **3**, 59, 1889.)

(19)

MULLER, A., Beitrage zur toxicologie des ricins. (*Arch. f. Exp. Path. u. Pharm.*, **42**, 302, 1899.)

JACOBY, Ueber die chemische natur des ricins. (*Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, **46**, 28, 1901.)

ROCHAT, Bijdrage tot de kennis van het werkzame bestanddeel des ricins. (*Tijdschrift voor Geneeskunde*, **2**, 215, 1902.)

(20)

OSBORNE, *The vegetable proteins*. New-York, Longmans, 1924.

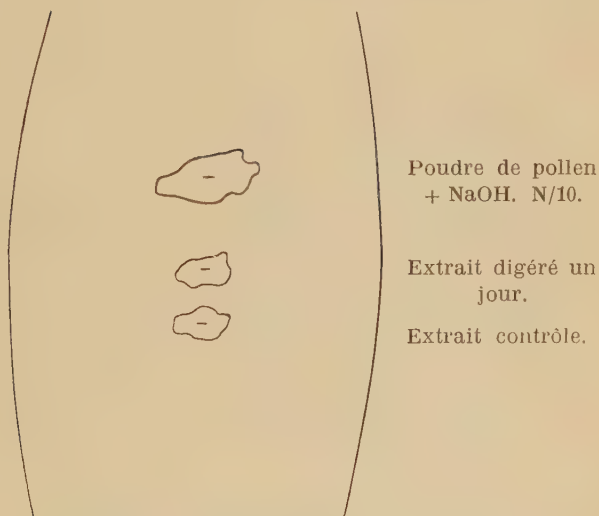
(21)

BOUILLENNE, M. et R., Recherches expérimentales sur l'agent toxique du pollen d'*Ambrosia* div. sp. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, Cl. des Sc., 5^e série, **16**, 1930, p. 1052.

TABLEAU IV.

Extrait I,
Patient : M^{me} X.

Expérience du 7 février 1927.



Réactions cutanées obtenues après 5 minutes (de haut en bas) :

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| 1° Poudre de pollen + NaOH N/10; | notation : + + + +. |
| 2° Extrait pollinique digéré un jour; | » : + + + . |
| 3° Extrait pollinique contrôle; | » : + + + . |

TABLEAU V.

Extrait I₂.

Expérience du 7 mars 1927.

Patient : Dr Tayl.

Cinq jours de digestion.		-	Contrôle de Pangestine.
Trois jours de digestion.			
Deux jours de digestion.			Trois jours de digestion sans dialyse.
Un jour de digestion.			

Réactions cutanées obtenues, après 10 minutes, avec différentes portions d'un extrait soumises à la digestion pendant :

5 jours;	notation : +++ .
3 jours;	» : +++ .
2 jours;	» : +++++.
1 jour;	» : +++++.
3 jours et non dialysé;	» : +++++.

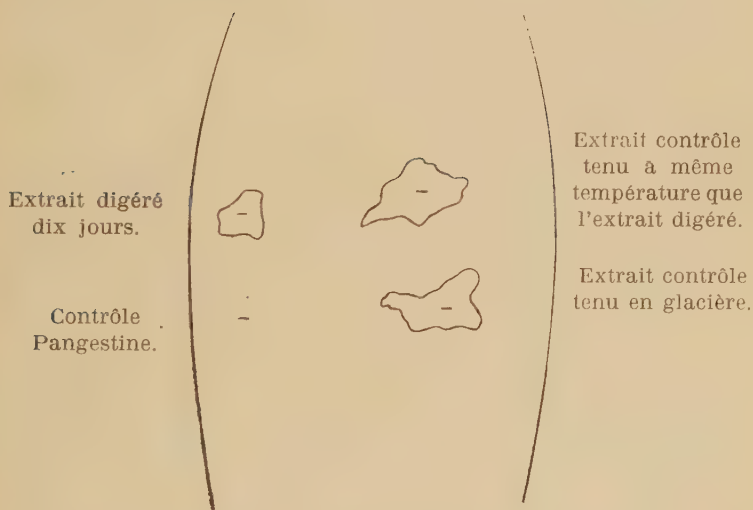
Un essai contrôle avec une solution de Pangestine seule ne donne aucune réaction.

TABLEAU VI.

Extrait I₁.

Expérience du 30 mars 1927.

Patient : Dr Amb.



Expérience de digestion prolongée d'un extrait. Réactions obtenues après 10 minutes :

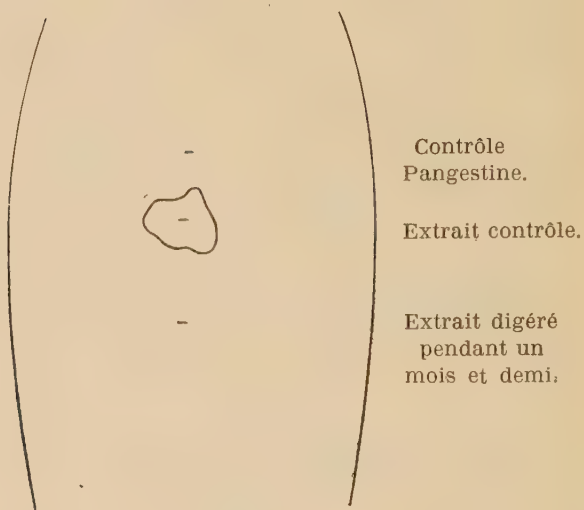
Extrait digéré 10 jours;	notation : + + + .
Solution contrôle de Pangestine;	» : — .
Extrait contrôle;	» : + + + + .
Extrait contrôle tenu en glacière;	» : + + + + .

TABLEAU VII.

Extrait I₃.

Expérience du 2 juin 1927.

Patient : Dr Amb.



Expérience de digestion prolongée un mois et demi à température ordinaire. Réactions obtenues après 10 minutes :

Solution contrôle de Pangestine;	notation : — .
Extrait contrôle de pollen;	» : + + + + .
Extrait digéré pendant un mois et demi;	» : — .

TABLEAU VIII.

Extrait I₂.

Expérience du 16 février 1927.

Patient : M^{me} X.

			Contrôle acide sulfosalicylique seul.
Extrait pollen contrôle.			Extrait pollen digéré.
Extrait contrôle + acide sulfosalicylique filtrat.		-	Extrait digéré + acide sulfosalicylique filtrat.

Réactions données après 10 minutes par différentes portions d'un même extrait, digérées et non digérées, soumises à la précipitation par l'acide sulfosalicylique :

Solution d'acide sulfosalicylique pur,	notation : — .
Extrait de pollen contrôle;	» : + + + .
Extrait de pollen contrôle, + acide sulfosalicylique;	» : + + + .
Extrait de pollen digéré, <i>seul</i> ;	» : + + + .
Extrait de pollen digéré, + acide sulfosalicylique;	» : — .

TABLEAU IX.

Extrait I₂.

Expérience du 18 février 1927.

Patient : Dr Amb.

Extrait contrôle + acide sulfosalicylique filtrat.		Contrôle acide sulfosalicylique.
Extrait contrôle + acide tungstique filtrat.	-	Extrait digéré + acide sulfosalicylique filtrat.
	-	Extrait digéré + acide tungstique filtrat.
	-	Contrôle acide tungstique.

Réactions données après dix minutes par différentes portions d'un même extrait, digérées et non digérées, soumises à la précipitation par l'acide sulfosalicylique et l'acide tungstique :

Solution d'acide sulfosalicylique pur,	notation : — .
Extrait de pollen contrôle, + acide sulfosalicylique;	» : ++.
Extrait de pollen contrôle, + acide tungstique;	» : — .
Extrait de pollen digéré, + acide sulfosalicylique;	» : — .
Extrait de pollen digéré, + acide tungstique;	» : — .
Solution d'acide tungstique pur;	» : — .

TABLEAU XII.

Extrait I₂.

Expérience du 7 mars 1927.

Patient : Miss H.

Filtrats dialysés.		Précipités redissous et dialysés.
3/10		
5/10		
7/10	-	
10/10	-	
Extrait contrôle dialysé pendant le même temps.		

Précipitation de l'agent actif par Am₂SO₄ à différents degrés de saturation. Réactions obtenues après 6 minutes :

Notation :

Filtrat de la précipitation par Am ₂ SO ₄ à 3/10 de saturation;	++++.
Filtrat de la précipitation par Am ₂ SO ₄ à 5/10 de saturation;	+
Filtrat de la précipitation par Am ₂ SO ₄ à 7/10 de saturation;	—
Filtrat de la précipitation par Am ₂ SO ₄ à 10/10 de saturation;	—
Extrait de pollen contrôle, dialysé;	++++.
Précipité obtenu par Am ₂ SO ₄ à 3/10 de saturation;	+++.
Précipité obtenu par Am ₂ SO ₄ à 5/10 de saturation;	+++.
Précipité obtenu par Am ₂ SO ₄ à 7/10 de saturation;	+++.
Précipité obtenu par Am ₂ SO ₄ à 10/10 de saturation;	+++.

TABLEAU XIII.

Extrait I₂.

Expérience du 10 mars 1927.

Patient : Dr Amb.

Filtrats.

Précipités.

3/10			3/10
5/10			5/10
7/10	<i>négalif</i> -		7/10
Le précédent + protéine du sérum.	<i>neg</i> -		10/10
10/10	<i>neg</i> -	<i>neg</i> -	Scarification simple.
Extr. contrôle I ₂ dialysé pendant le même temps.			

Précipitation de l'agent actif par Am₂ SO₄ à différents degrés de saturation. Réactions obtenues après 10 minutes :

Notation :

Filtrat de la précipitation par Am ₂ SO ₄ à 3/10 de saturation;	++++.
Filtrat de la précipitation par Am ₂ SO ₄ à 5/10 de saturation;	+
Filtrat de la précipitation par Am ₂ SO ₄ à 7/10 de saturation;	—
Le précédent, additionné de protéines du sérum;	—
Filtrat de la précipitation par Am ₂ SO ₄ à 10/10 de saturation;	—
Précipité obtenu par Am ₂ SO ₄ à 3/10 de saturation;	++++.
Précipité obtenu par Am ₂ SO ₄ à 5/10 de saturation;	+++
Précipité obtenu par Am ₂ SO ₄ à 7/10 de saturation;	++
Précipité obtenu par Am ₂ SO ₄ à 10/10 de saturation;	++
Scarification simple sans addition d'aucun produit;	—
Extrait de pollen contrôle dialysé;	++++

TABLEAU XIV.

Extrait I₃.
Patient : Dr Amb.

Expérience du 30 mars 1927.

	Filtrats.	Précipités.	
5/10			5/10
7/10	<i>négatif</i> -		7/10
10/10	<i>neg.</i> -		10/10

Précipitation de l'agent actif par Am_2SO_4 à différents degrés de saturation. Réactions obtenues après 10 minutes :

Notation :

Filtrat de la précipitation par Am_2SO_4 à 5/10 de saturation;	+
Filtrat de la précipitation par Am_2SO_4 à 7/10 de saturation;	—
Filtrat de la précipitation par Am_2SO_4 à 10/10 de saturation;	—
Précipité obtenu par Am_2SO_4 à 5/10 de saturation;	++++.
Précipité obtenu par Am_2SO_4 à 7/10 de saturation;	++++.
Précipité obtenu par Am_2SO_4 à 10/10 de saturation;	++++.



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES
PHÉNOMÈNES D'OSMOSE
DANS LES
CELLULES VÉGÉTALES

**UN APPAREIL NOUVEAU POUR LA MESURE DES VITESSES DE PÉNÉTRATION
DES SOLUTIONS SALINES DANS LE PROTOPLASME VÉGÉTAL**

PAR

R. BOUILLENNE

Advanced Fellow de la C. R. B. Educational Foundation
Chargé de cours à l'Université de Liège

Extrait des *Bulletins de la Classe des Sciences*, 5^e série, t. XVI, n^o 8.
Séance du 2 août 1930, pp. 1017-1026.

BIOLOGIE VÉGÉTALE.

Contribution à l'étude des phénomènes d'osmose dans les cellules végétales.

Un appareil nouveau pour la mesure des vitesses de pénétration
des solutions salines dans le protoplasme végétal,

INTRODUCTION.

Dans le métabolisme des plantes, les phénomènes d'absorption de sels minéraux jouent un rôle de premier plan.

De nombreuses expériences ont permis de préciser d'une manière globale les rapports entre ces substances et la croissance, la floraison, la fructification que manifestent les plantes cultivées.

Il est important de serrer le problème de près et de chercher à savoir comment se fait la pénétration de ces substances. En effet, les critères de développement plus ou moins rapide, de taille plus ou moins grande, de récolte plus ou moins favorable restent imprécis.

Notre travail pose la question d'une manière directe et envisage la pénétration de certains sels dans les cellules végétales vivantes. Nous avons imaginé et construit dans ce but un appareil dont la description est donnée ci-dessous.

S'il existe déjà de nombreuses et fort intéressantes publications sur l'entrée de l'eau dans les tissus, il en existe moins sur l'entrée des substances dissoutes ⁽¹⁾. Les difficultés expérimentales sont grandes et peu de résultats restent utilisables.

(1) LIVINGSTONE, *Palladin's Plant Physiology*. (3^e édit., 1926, p. 119.)

Il faut d'abord se placer dans des conditions telles que la possibilité d'une entrée d'eau soit éliminée; il faut définir les équilibres ioniques qui s'établissent des deux côtés de la membrane protoplasmique vivante. Il faut aussi, et c'est le point important, rechercher des chiffres donnant les vitesses de pénétration de ces substances à l'intérieur des cellules.

Nous avons opéré en milieu hypertonique, ce qui nous permet de ne pas considérer, dans une certaine mesure, la pénétration de l'eau.

Nous ne nous sommes pas attaché personnellement à la question des équilibres ioniques de part et d'autre des membranes, car elle a été bien étudiée par un grand nombre de recherches quantitatives s'adressant non seulement à la perméabilité des cellules végétales, mais aussi à celle des cellules animales, des globules rouges du sang, etc. Ce point de vue d'équilibre statique a été de plus complété par des travaux sur les modifications de l'équilibre par rapport à la réaction acide-base du milieu (PH.).

Nous nous sommes attaché au côté du problème qui envisage les caractéristiques de vitesse de pénétration des sels. En somme, c'est le point de vue dynamique qui nous intéresse ici. En effet, *nous ne savons pas avec quelles vitesses le protoplasme se laisse pénétrer par les substances dissoutes dans les sels et les solutions alimentaires.*

Les substances polaires (électrolytes, LEWIS, 1913-1916), en solutions hypertoniques, plasmolysent les cellules végétales pendant de longues heures et semblent indiquer par là qu'elles n'y pénètrent pas. Cependant, à la longue, il y a augmentation de la pression osmotique interne ⁽¹⁾ due à la lente pénétration de ces substances, ainsi que le prouvent les analyses chimiques et les mesures de conductivité électrique du milieu qui s'appauvrit progressivement (STILES & KIDD) ⁽²⁾.

(1) VAN RYSELBERG, *Bul. Acad. roy. de Belg.*, 1898, t. 58.

(2) STILES and KIDD, *Proc. Roy. Soc.*, London, 1919, t. 90.

Les électrolytes entrent donc avec une lenteur telle qu'ils ne semblent pas pouvoir satisfaire les besoins de la plante et qu'OSTERHOUT ⁽¹⁾ en est arrivé à formuler son opinion d'une manière un peu excessive en disant que les ions n'entrent pas.

Il est en vérité bien étrange que dans les diverses conditions expérimentales réalisées par de nombreux auteurs et par nous-même ⁽²⁾, la plupart des sels qui semblent jouer un rôle nutritif fondamental se révèlent comme presque incapables de pénétrer rapidement dans les cellules vivantes.

TECHNIQUE.

Nous avons utilisé pour nos expériences des solutions de sels ammoniques de concentration et de PH connus. Nous avons choisi les sels ammoniques :

1° A cause de leur importance comme engrais : sulfate et nitrate ammoniques;

2° Parce qu'on en obtient aisément au laboratoire des sels d'acides organiques comme les acides formique, acétique, propionique, butyrique, valérianique. Les radicaux de ces acides forment une série de plus en plus compliquée dont nous avons tiré parti;

3° D'autre part, l'anion NH_4 donne NH_3 qui se libère par hydrolyse de NH_4OH et qui, comme on sait, entre très rapidement dans les cellules sans être nettement toxique, ce qui n'est point le cas pour des anions non balancés de Na, K, Ca, Mg, etc.;

4° Enfin, les travaux de LILLIE, JACOBS, MORISSON sur le comportement avec certains de ces sels ammoniques, des œufs d'oursin, des globules rouges du sang, etc., suggèrent la comparaison des résultats de ces auteurs avec ceux que nous obtenons sur des cellules végétales.

(1) OSTERHOUT, *Science*, 35; *Journ. of Gener. Physiology* (diverses publications).

(2) R. BOUILLENNE, *C. R. Soc. Biol.*, décembre 1929, t. CIII.

Nos moyens d'observation du comportement des cellules dans les solutions des sels ammoniques furent :

a) Le phénomène de retour à la position normale du protoplasme de cellules préalablement plasmolysées;

b) En ordre principal, l'augmentation du volume cellulaire après la fin de la déplasmolyse. C'est dans ce cas que notre appareil a été utilisé.

Pourquoi les cellules sont-elles préalablement plasmolysées?

Les sels ammoniques expérimentés sont en solutions hypertoniques N. 2/3; dès le contact avec les cellules, ils provoquent une plasmolyse nette.

Cette plasmolyse perdure si le sel n'entre pas. Une déplasmolyse, puis un gonflement des cellules s'ensuivent si le sel pénètre à travers le protoplasme. Or, cette déplasmolyse, coïncidant avec la pénétration du sel, débute avant la fin de la plasmolyse. Pour éviter cette imprécision du point de départ de la déplasmolyse, nous avons provoqué la plasmolyse par une solution de nitrate de potasse N. 2/3 qui notoirement n'entre pas.

Toutes nos expériences ont donc un point de départ de déplasmolyse uniforme.

Dans le cas où le protoplasme est perméable au sel, la déplasmolyse et ensuite l'augmentation de volume se produisent plus ou moins vite en rapport direct avec la pénétration du sel considéré.

Le temps mis pour atteindre une *augmentation de volume déterminée* nous donne une caractéristique de vitesse de pénétration, une caractéristique de perméabilité du protoplasme.

Nous avons mesuré, d'une part, la déplasmolyse pure et simple dans les cellules épidermiques de *Tradescantia virginica*; d'autre part, l'augmentation du volume des cellules résultant de la pénétration du sel au delà de la déplasmolyse normale dans les languettes de tissus parenchymateux des feuilles d'*Allium Cepa*.

Les cellules épidermiques de *Tradescantia* nous permettent de contrôler microscopiquement le phénomène de la déplasmolyse; les chiffres donnés sont établis pour chaque observation d'après une moyenne de 20 cellules se trouvant dans le champ du microscope et plasmolysées préalablement comme il a été dit plus haut. Après épongement sur papier filtre, les lambeaux d'épiderme sont placés sur lame dans une goutte de la solution à étudier.

Les languettes de tissus des feuilles d'*Allium Cepa* nous ont permis de mesurer la vitesse de pénétration d'un sel d'une manière plus rigoureuse. Les observations portent sur un grand nombre de cellules à la fois; elles enregistrent la résultante des modifications de volume que les cellules manifestent.

Des languettes de tissus sont découpées dans les feuilles cylindriques et creuses de l'Oignon avec certaines précautions et le souci d'être toujours dans les mêmes conditions biologiques. Leur longueur est de 3 centimètres dans toutes les expériences. La largeur est de 2 à 3 millimètres; l'épaisseur est celle de l'épiderme et des parenchymes palissadique et spongieux dont les cellules sont, sur le vif, fortement turgescentes.

Lorsqu'on tient une languette par une de ses extrémités dans l'air sec, les cellules du parenchyme spongieux se dessèchent et se plasmolysent; il en résulte une diminution de volume multipliée par le nombre des cellules, diminution qui se manifeste par une courbure du côté du parenchyme interne de la feuille.

Si nous la plongeons dans l'eau ordinaire, les cellules du parenchyme redeviennent turgescentes, augmentent de volume; la languette se courbe dans le sens opposé. L'épiderme et le parenchyme en palissade ne jouent pas de rôle sensible dans ce phénomène. Le degré de courbure peut être considéré comme représentant un degré de gonflement ou, en d'autres termes, l'entrée d'une quantité définie d'eau.

De même, dans une solution plasmolysante, il y a diminution de volume se marquant par une courbure du côté interne :

si cette solution ne pénètre pas dans les cellules, la languette ne révèle aucun mouvement après la plasmolyse;

si la solution pénètre, le volume des cellules augmentant, il se produira une courbure. Elle sera d'autant plus rapide que le protoplasme est plus perméable à la substance considérée.

Il a été dit plus haut qu'en solution saline hypertonique la pénétration de l'eau n'intervient pas d'une manière appréciable.

Les mouvements de la languette se produisent librement. Fixée à une de ses extrémités ⁽¹⁾ et maintenue horizontalement dans le godet contenant la solution, la languette ne touche pas le fond et ne flotte pas; elle n'est pas sujette aux phénomènes de tension superficielle.

L'extrémité restée libre décrit un arc de cercle un peu particulier appartenant à la famille des courbes spirales.

L'ensemble de la languette balaie une surface totale qui dépend de la longueur de la languette, du point de départ et du point d'arrivée. La longueur est toujours la même; le point de départ est la position que prend la languette après plasmolyse dans la solution hypertonique de KNO_3 N. 2/3. Cette position est, en fait, une ligne droite. Le point d'arrivée est difficile à fixer : à la fin du phénomène la languette s'enroule sur elle-même en une courbe qu'il n'est guère possible de résoudre sans complication mathématique excessive. Mais les positions intermédiaires sont définissables; bien plus elles sont superposables, non seulement lorsqu'on expérimente sur une même languette, mais aussi, à très peu de chose près, quand on utilise des languettes découpées dans des feuilles différentes. Il faut

(1) Par un petit appareil particulier dont la description est donnée plus loin

pour réussir prendre un certain nombre de précautions et opérer sur un matériel bien homogène.

Pour la mesure des vitesses de déplacement, il suffit de décider une unité de surface et de déterminer en combien de temps cette surface a été balayée.

Notre appareil permet d'introduire successivement, sans froisser les tissus, les languettes dans diverses solutions, d'en dessiner en projections les positions et de suivre leurs déplacements autour du point fixe d'attache.

Nous avons constaté tout d'abord que la vitesse de courbure est régulière et uniforme dans une solution donnée pendant toute la durée du mouvement, le début et la fin exceptés. Dans la délimitation de l'espace parcouru, nous avons tenu compte de cette remarque.

Comme notre matériel est d'homogénéité très suffisante, comme les courbures sont comparables l'une à l'autre dans une même expérience et aussi d'une expérience à l'autre, nous avons pu adopter un procédé satisfaisant, bien qu'il soit arbitraire. Nous exprimons la surface balayée par la mesure de l'angle au centre que décrit la languette autour de son point d'attache, comme si la languette était un rayon rectiligne.

Un angle de 60° est ainsi délimité au moyen d'un rapporteur. D'autres méthodes plus rigoureuses ont été essayées : la mesure de l'angle formé par la tangente à un point quelconque de l'extrémité de la languette; mais cette mesure ne nous a pas donné de bons résultats, non plus que le moyen indirect de peser des morceaux de carton de bristol dont la pâte fut préalablement contrôlée au point de vue de sa composition et de son homogénéité et qui ont été découpés d'après les contours des surfaces balayées.

Description de l'appareil (voir fig. 1). — L'appareil agrandi par un dispositif à projections lumineuses, sur

une table à dessin, l'image d'une languette maintenue dans un godet de pyrex rempli d'une solution donnée. La languette est fixée par une de ses extrémités à un tube de verre pyrex aplati à son bout en boutonnaire verticale et coudé; l'autre extrémité reste libre dans le liquide.

Le tube en verre peut subir un mouvement de bascule commandé par l'observateur assis à sa table. Celui-ci soulève délicatement la languette hors de la solution.

Un certain nombre de godets sont disposés en série sur une plaque circulaire de verre transparent permettant le passage de la lumière de la projection. Cette glace est fixée en son centre sur un pivot mobile qu'un ressort peut faire tourner d'un mouvement lent, déclancher ou arrêter à volonté.

Les godets contenant les diverses solutions préparées viennent se placer successivement dans le faisceau lumineux sous la baguette fixatrice. Il suffit de faire descendre le support en verre dans la solution désirée et de noter sur papier calque les positions que prend la languette au cours de son mouvement, ainsi que les temps.

Il est intéressant de signaler que la languette ne souffre pas d'une manière appréciable de ces transports successifs. De nombreuses expériences de contrôle nous ont montré qu'elle reprend dans une solution donnée, au moment où on l'y introduit, exactement la position qu'elle avait dans la solution précédente.

De plus, on peut recommencer un grand nombre de fois la même expérience sur la même languette de tissus, par exemple en alternant plasmolyse par KNO_3 et déplasmolyse par H_2O ou par un sel pénétrable. Le temps mis pour réaliser le déplacement standard reste sensiblement le même. La pénétration de l'acétate ammoniacal N. 2/3, PH. 7 dans l'expérience L^{IIa} sur la feuille (I), milieu du limbe (II), languette (a), plongée sept fois de suite dans la

solution avec replasmolyse par KNO_3 N. 2/3 entre chaque essai, nous a donné les résultats exprimés dans le tableau suivant :

ACÉTATE AMMONIQUE (2/3 N., PH.7.)

			DÉPLASMOLYSE		
			N ^o des	Temps en	
			plongées.	minutes.	
			—	—	
			Languette.		
Feuille adulte Portion moyenne	}	L II a	}	1	2.00
				2	2.00
				3	2.00
				4	2.00
				5	2.00
				6	2.00
				7	2.00

La grande difficulté fut d'obtenir un matériel homogène et constant. Des précautions ont dû être prise, avant la mise en expérience, pour cultiver *Tradescantia* et *Allium Cepa* dans des conditions de milieux uniformes en serres humides dont la température oscillait entre 18 et 24°. Au point de vue anatomique, nous nous sommes astreint à utiliser des parties comparables de tissus. Les lambeaux d'épiderme de *Tradescantia* ont été enlevés toujours aux mêmes endroits des feuilles, un peu au-dessus du niveau du sol dans les portions vertes. Seules les cellules épidermiques des zones à stomates ont été étudiées. Certaines différences dans la pression osmotique et la perméabilité du protoplasme se sont révélées entre ces dernières et les cellules qui couvrent le parcours des nervures. Les feuilles d'*Allium* sont des feuilles adultes; les languettes ont été toutes découpées à la base de ces dernières dans les parties franchement vertes dont la structure anatomique s'est révélée tout à fait constante. Nous communiquerons ultérieurement dans un prochain travail les résultats recueil-

lis dans l'étude de la perméabilité du protoplasme des feuilles jeunes, de la partie supérieure des feuilles adultes et des hampes florales aux différents âges de la maturation.

Les languettes sont découpées fraîchement, n'ayant à subir aucun choc, aucune altération ni aucune dessiccation. Et cependant, malgré ces précautions, il y eut une période d'un mois environ pendant laquelle nous n'avons pu obtenir de résultats concordants.

Il semble que la raison en fut une augmentation de la température du laboratoire. Les tissus qui, avant l'expérience, ont été soumis à une température de plus de 24° se comportent d'une manière aberrante.

Dans ces conditions, nous avons accordé une attention spéciale au maintien de la température au-dessous de 24°, aussi bien dans le laboratoire que dans les solutions. Afin que, sous la lumière de la lampe à projections, les solutions ne prennent pas de température, nous avons utilisé une ampoule relativement faible, un condensateur très épais; de plus, un interrupteur placé à portée de la main rend l'éclairage intermittent.

Enfin, la série des godets est couverte par des récipients fermés contenant une solution calorifuge de sulfate de cuivre.

Les godets ne sont découverts qu'au moment de leur utilisation. Les récipients servent également à empêcher l'évaporation des solutions. Nous n'avons donc pas à craindre de modifications même légères dans la concentration du milieu.

Cet appareil, utilisé régulièrement dans nos laboratoires, nous permet de mesurer les vitesses de pénétration des solutions salines dans les cellules et de rechercher les modifications de la perméabilité au cours des différents âges d'une plante.

(Institut de Botanique de l'Université de Liège.
Laboratoire de Physiologie.)

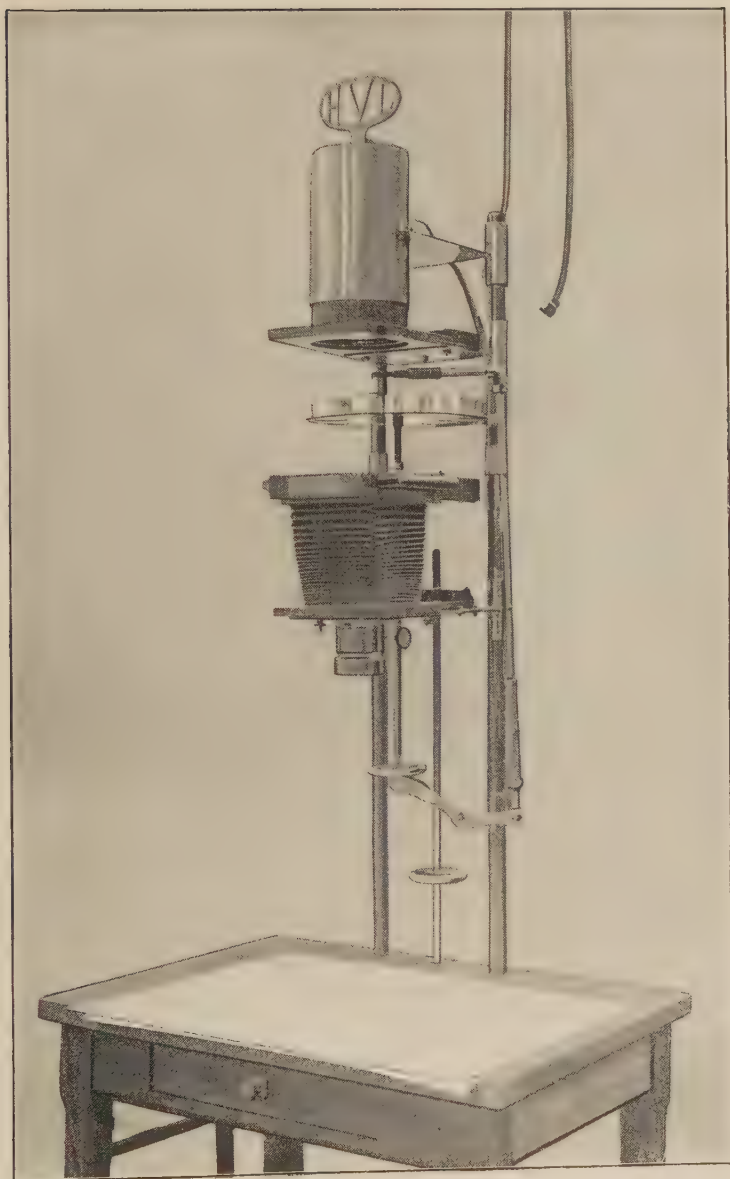


FIG. 1.
Ciné-osmographe R. Bouillenne.

ÉTUDES

SUR LA

PERMÉABILITÉ DES CELLULES

DE

Tradescantia Virginica & d'*Allium Cepa*

PAR

R. BOUILLENNE

Advanced Fellow de la C. R. B. Educational Foundation
Chargé de cours à l'Université de Liège

Extrait des *Bulletins de la Classe des Sciences*, 5^e série, t. XVI, n^o 8.
Séance du 2 août 1930, pp. 1027-1047

BIOLOGIE VÉGÉTALE.

Études sur la perméabilité des cellules de *TRADESCANTIA VIRGINICA* et d'*ALLIUM CEPA*.

I. — INFLUENCE DE DIVERSES SOLUTIONS SALINES ET DE LEURS CONCENTRATIONS.

En utilisant la technique que nous avons publiée ⁽¹⁾ et que nous utilisons dans notre laboratoire, nous avons cherché le comportement des cellules de *Tradescantia virginica* et d'*Allium Cepa* dans des solutions différemment concentrées. La plus faible concentration utilisée est une solution 0.13 normale ne provoquant pas de plasmolyse; la plus forte est une solution normale provoquant une plasmolyse très nette.

Les tableaux suivants (tableaux I et II) décrivent l'action des chlorures de sodium, de potassium, d'ammonium et des sels ammoniques des acides gras : formique, acétique, butyrique et valérianique.

Ces diverses solutions ont toutes été utilisées au P.H.7.

De l'examen de ces deux tableaux, il résulte :

1° Que les sels envisagés se divisent en deux catégories: KNO_3 - KCl - NaCl - NH_4Cl ne provoquent aucune déplasmolyse (nous considérons que la déplasmolyse n'a pas lieu lorsque, après 2 heures, aucun mouvement ne s'est pro-

(1) R. BOUILLENNE, Un appareil nouveau pour la mesure des vitesses de pénétration des solutions salines dans le protoplasme végétal. (*Bull. Ac. roy. Sc. Belg.*, n° 8, 1930.)

duit). Les sels ammoniacques des acides gras provoquent une déplasmolyse évidente.

2° L'isotonie est obtenue dans la première catégorie de sels pour *Tradescantia* à la concentration de 0.20 N.; pour *Allium Cepa* à la concentration de 0.13 N.

Dans la seconde catégorie, les sels ammoniacques des acides gras se comportent différemment les uns des autres.

3° Comme il y a déplasmolyse dans les solutions hypertoniques des sels ammoniacques, c'est que ceux-ci entrent dans les cellules. Le point d'isotonie est un point apparent qui résulte de la simultanéité des effets de la concentration plasmolysante et de la pénétration des substances considérées. Plus le sel pénètre rapidement, plus le point d'isotonie des cellules nous apparaît en des concentrations élevées.

Le Formiate ammoniacque donne un point apparent d'isotonie à la concentration de 0.24 N. pour les cellules de *Tradescantia* et de 0.24 à 0.16 N. pour les cellules de feuilles d'*Allium Cepa*. Il faut remarquer qu'ici la déplasmolyse n'est ni rapide, ni générale; un certain nombre de cellules sont tuées par la toxicité du formiate aux fortes concentrations. De plus, les cellules épidermiques des vieilles et des jeunes feuilles de *Tradescantia* ne révèlent pas la même concentration osmotique. Les vieilles feuilles de cette plante ont un épiderme qui ne plasmolyse pas dans les solutions assez fortement concentrées, comme 0.30 N.

Le protoplasme au microscope se montre altéré, indiquant une pénétration toxique du sel.

Des différences analogues s'observent entre les feuilles d'*Allium Cepa*, vieilles et jeunes.

L'acétate ammoniacque, comme nos expériences ulté-

rieures le prouveront, entre assez rapidement dans les cellules. Le point d'isotonie est la résultante des actions inverses et synchroniques de la plasmolyse et de la déplasmolyse.

Pour *Tradescantia*, nous avons trouvé une concentration moyenne isosmotique de 0.34 N.; pour les feuilles d'*Allium Cepa* entre 0.30 et 0.19 N.

Le Butyrate ammonique réalise l'isotonie avec les cellules de *Tradescantia* et d'*Allium Cepa* dans des concentrations variables selon les feuilles vieilles ou jeunes et les parties de celles-ci, vertes ou sans chlorophylle, sommet ou base. Les observations donnent de 0.40 N. - 0.50 N. - 0.57 N., etc., avec une moyenne de 0.47 N. trouvée le plus fréquemment par la partie basilaire verte des feuilles adultes.

Le Valérianate ammonique donne un point d'isotonie dans *Tradescantia* de 0.50 N. pour les jeunes feuilles et de 0.40 N. dans les vieilles feuilles. Il fournit un résultat assez aberrant pour *Allium Cepa*, où la concentration isotonique est inférieure à 0,30 N.

4° Les concentrations hypotoniques des sels minéraux, chlorures et nitrates qui n'entrent pas, provoquent une légère augmentation du volume des cellules.

*
* *

Nous avons été amené à prendre la concentration de N. $\frac{2}{3}$ (N. = 0.67) qui dépasse suffisamment l'isotonie des Butyrate et Valérianate ammoniques.

Une série d'expériences-contrôles a été réalisée à une concentration de N. = 0.5, dans les mêmes conditions, afin de nous assurer des effets éventuellement nocifs de la concentration choisie N. $\frac{2}{3}$.

Les résultats restent parallèles à ceux que nous publions et révèlent les mêmes phénomènes.

TABLEAU I — *Tradescantia virginica*.

Conc.	KCl	NaCl	NH ₄ Cl	Formiate ammonique.	Acétate ammonique.	Butyrate ammonique.	Valérianate ammonique.
I N.	Plas-molyse Instantanée	Plas-molyse Instantanée	Plas-molyse Instantanée	Plas-molyse Instantanée	Plas-molyse Instantanée	Plas-molyse Instantanée	Plas-molyse Instantanée
0.90 N.	0	0	0	0	0	0	0
0.81	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.
0.80	0	0	0	0	0	0	0
0.72	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.
0.70	0	0	0	0	0	0	0
0.65	0	0	0	0	0	0	0
0.64	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.	Inst.
0.60	0	0	0	0	0	0	0
0.59	0	0	0	0	0	0	0
0.53	0	0	0	0	0	0	0
0.51	0	0	0	0	0	0	0
0.50	Faible.	Faible.	Faible.	Inst.	Inst.	Lég.	Inst.
0.47	0	0	0	0	0	Très lég. ou 0	0
0.45	0	0	0	0	0	Très lég. ou 0	0

TABLEAU II. — *Allium Cepa*.

Conc. Sol. N.	NH ₄ Cl		Formiate ammonique.		Acétate ammonique.		Butyrate ammonique.		Valérianate ammonique.	
	Plasm.	Dépl.	Plasm.	Dépl.	Plasm.	Dépl.	Plasm.	Dépl.	Plasm.	Dépl.
I N.	Instantanée	0					Instantanée	+		
0.90 N.										
0.81										
0.80	Inst.	0								
0.72										
0.70										
0.65							Inst.	+	Inst.	+
0.64	Inst.	0								
0.60									Inst.	+
0.59					Rapide.	+	Rapide.	+		
0.53					Rapide.	+	Lente.	+		
0.51	Inst	0								
0.50							0	Gonfl.	Inst.	+
0.47										
0.45									Inst.	+

0.43	Ralentie.		Rapide.	+	0	Gonfl.	Plasm.	+
0.41	0							
0.40								
0.38			Ralentie.	+				
0.364								
0.34			Lente.	+				
0.32	Lente.	0	Rapide.	+				
0.30			Lente.	+				
0.27			Lente.	+				Très faible. Gonfl. rapide.
0.25	Lente.	0						
0.24			0	Gonfl.				
0.21			0	Gonfl.				
0.20	Lente.	0					0	Gonfl.
0.19			0	Gonfl.				
0.16	0	0						
0.15								
0.13	0	Gonfl. très lent.					0	Gonfl.

II. — VITESSE DE PÉNÉTRATION DES SELS AMMONIQUES DES ACIDES GRAS (en solutions N. 2/3 PH.7.)

Tradescantia. — Des lambeaux d'épiderme de *Tradescantia virginica* sont plasmolysés préalablement par KNO_3 2/3 N. et égouttés sur papier filtre; ils sont placés dans une goutte des diverses solutions des sels ammoniques. Ils ont manifesté une déplasmolyse en des temps indiqués en minutes dans le tableau III.

TABLEAU III.

Formiate ammonique.	Acétate ammonique.	Propionate ammonique.	Butyrate ammonique.	Valérianate ammonique.
Déplasmolyse en 21'00"	Déplasmolyse en 6'30"	Déplasmolyse en 5'30"	Déplasmolyse en a) 4'00" b) 3'00"	Déplasmolyse en a) 1'00" b) 2'00"

Le temps de déplasmolyse indiqué est celui du retour à l'état normal de 75 % des cellules du champ microscopique.

Les sels entrent dans les cellules avec une vitesse d'autant plus grande que l'acide dont ils sont constitués chacun possède une plus grosse molécule.

Nous avons suivi au point de vue morphologique les manifestations du protoplasme en présence de ces diverses substances.

Dans le Formiate et l'Acétate ammoniques une seconde plasmolyse au KNO_3 , 2/3 N. se fait normalement; un nouvel essai de déplasmolyse manifeste des altérations dans le protoplasme et le noyau, allant même jusqu'à la disparition du noyau.

Le Butyrate et le Valérianate ammoniques sont beaucoup moins toxiques (¹).

(¹) R. BOUILLENNE, C. R. Soc. Biol., décembre 1929, t. CIII.

Il est intéressant de signaler que la déplasmolyse est suivie d'un gonflement appréciable des cellules, que nous mesurerons avec exactitude sur les languettes de tissus d'*Allium Cepa*.

Ce gonflement coïncide avec des modifications du protoplasme. Celui-ci perd ses vacuoles et prend un aspect émulsionné.

Dans le Valérianate surtout, cette émulsion est très remarquable. Au cours de la déplasmolyse, le ménisque de l'utricule plasmolysée se déplace par soubresauts; les plastides gonflent ainsi que le noyau; dans certains cas, surtout dans l'Acétate, beaucoup moins dans le Butyrate, rarement dans le Valérianate, le noyau est rejeté hors du protoplasme et s'étale sur le ménisque cytoplasmique. Mais quand on plasmolyse à nouveau, le protoplasme reprend son aspect normal et le noyau réapparaît souvent. Le noyau, dans ce cas, se présente sous l'aspect très curieux dont les cytologistes se sont occupés déjà à propos des noyaux polymorphes de *Tradescantia* ⁽¹⁾.

Il est donc naturel de tenir compte dans nos expériences de ces éventuelles modifications du protoplasme. Les unes sont dues dans les Formiate et Acétate à la toxicité des sels; les autres à la pénétration du sel, à l'augmentation du volume cellulaire et de la pression osmotique qui en résultent.

Cependant, les observations suivantes faites sur *Allium Cepa* prouvent que, dans la plupart des sels, sauf Formiate nettement toxique, les languettes de tissus peuvent servir à plusieurs expériences successives et donner des résultats comparables et souvent même identiques. Si le protoplasme manifeste des modifications morphologiques, les phénomènes de perméabilité n'en sont point altérés, même après six à sept essais.

(1) J'ai eu l'occasion de signaler en 1928 à mon collègue et ami A. Conard les figures que j'avais ainsi expérimentalement obtenues. (A. CONARD, *Mém. Acad. roy. de Belg.*, in-8°, 1928, t. 9.)

On consultera pour s'en convaincre, au tabl. VIII, l'expérience sur Acétate, Ph. 7, L^{II}a, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. La signification de ces symboles se trouve ci-dessous.

Allium Cepa. — Les languettes sont plasmolysées par KNO_3 , comme il a été dit dans la « technique », et plongées dans les différentes solutions déplasmolysantes. Les chiffres donnés ci-dessous ont été obtenus avec différents échantillons ne servant chacun que deux fois.

Une même feuille est désignée par une lettre majuscule; le niveau où est prise la languette est indiqué par les chiffres romains :

- I. = Sommet de la feuille.
- II. = Milieu de la feuille.
- III. = Base de la feuille (portion encore nettement chlorophyllienne).

Nous nous sommes servi de la base.

Les différentes languettes découpées dans une même base sont marquées *a, b, c, d, e*, et en exposant un chiffre indiquant le numéro d'ordre des expériences successives faites sur la même languette.

Exemple : N^{III} b2 indique le résultat du deuxième essai dans une solution avec la languette *b* prise à la base (III) de la feuille N.

Il est également nécessaire de prendre des feuilles d'âge comparable. Les expériences rapportées dans le tableau IV ont été réalisées sur des bases de feuilles *adultes*. En effet, les échantillons doivent être homologues : portion examinée dans chaque feuille, âge de celle-ci, conditions dans lesquelles elle s'est trouvée avant l'expérience.

Les feuilles jeunes (voir plus loin) ne nous donnent pas dans une solution le même temps de déplasmolyse qu'une feuille adulte. Cependant, les considérations générales relatives aux différents sels et résultant du tableau IV restent les mêmes.

TABLEAU IV. — Bases de feuilles adultes d'*ALLIUM CEPA* découpées en languettes.

SELS AMMONIQUES.	FEUILLES		Déplasmolyse		FEUILLES		Déplasmolyse		FEUILLES		Déplasmolyse		Moyenne sur un très grand nombre d'observations. Déplasmolyse
	Déplasmolyse		Déplasmolyse		Déplasmolyse		Déplasmolyse		Déplasmolyse		Déplasmolyse		
	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	1 ^{er} essai.	2 ^e essai.	
Les languettes de tissus décrivent un arc de cercle de 60° en :													
Formiate. . .	N ^{III}	m ¹ 22'	m ² 5'	toxique (*)	0 ^{III}	e ² 5'	e ² —	toxique.	C ^{III}	x ¹ 6'	x ² 5'30"	15' (toxicité du sel).	
Acétate . . .	N ^{III}	a ¹ 5'	a ² 5'		0 ^{III}	d ² —	d ² —		A ^{III}	d ¹ 4'	d ² 4'		
Propionate . .	N ^{III}	x ¹ 3'45"	x ² 3'		0 ^{III}	x ¹ 5'	x ² 6'		D ^{III}	g ¹ 6'	—	5' à 4'30"	
Butyrate. . .	N ^{III}	b ¹ —	b ² 3'		0 ^{III}	a ¹ 4'	a ² 3'30"		K ^{III}	b ¹ 4'	—		
Valérianate. .	N ^{III}	g ¹ —	g ² 2'30"		0 ^{III}	b ¹ 2'30"	b ² 2'30"		L ^{III}	a ¹ 3'45"	—	3'30"	
									B ^{III}	a ¹ 2'	—		
									E ^{III}	b ¹ 2'	—	2'15"	

(*) Le mot toxique signifie que la languette a été immobilisée avant d'avoir décrit un arc de 60°. Le temps donné est calculé.

(*) Le mot toxique signifie que la languette a été immobilisée avant d'avoir décrit un arc de 60°. Le temps donné est calculé.

Les chiffres obtenus se placent dans le même ordre que celui déjà indiqué pour *Tradescantia virginica* (tableau III).

La toxicité du Formiate ammonique est nette; il n'est pas souvent possible de faire deux observations consécutives sur le même tissu.

Dans les solutions des sels appartenant aux autres acides gras, les valeurs comparatives d'une languette à l'autre, dans la même solution, sont d'autant plus régulièrement constantes que le sel appartient à un acide gras placé haut dans la série.

Les chiffres donnés en minutes et secondes dans le Valérianate sont *extrêmement constants* : 2'30'', 2'30'', 2'30'', 2', 2'15''.

Il est important de faire observer que ces chiffres sont obtenus au moyen de *languettes prises dans des feuilles adultes appartenant à des individus différents, ayant poussé à des époques espacées entre les mois d'octobre et d'avril*, et que les résultats sont d'une constance très satisfaisante.

*
* *

Il est utile de pouvoir confirmer ces chiffres en examinant les vitesses de déplasmolyse d'une seule languette successivement dans la série des sels ammoniacaux étudiés ici. Mais auparavant, il faut se rendre compte de la manière dont les languettes supportent dans une seule solution un certain nombre de plongées. Entre chaque expérience, la languette sera placée pendant quelques instants dans la solution plasmolysante KNO_3 , N. 2/3, afin de reprendre sa position rectiligne de départ. Le temps de plasmolyse est noté chaque fois, car il est un excellent critère qui nous renseigne sur l'état d'altération des tissus. Il demeure en général relativement constant, pour autant que les tissus restent intacts.

D'autre part, nous établirons les différences dans la

vitesse de pénétration de chacun des sels, non plus seulement pour les portions basilaires des feuilles adultes, mais aussi pour leur partie centrale et leur sommet.

Quelques expériences seront faites également pour les feuilles jeunes et turgescentes.

III. — ESSAIS DE RÉGULARITÉ.

DÉPLASMOLYSES SUCCESSIVES D'UNE LANGUETTE DE TISSU DANS UNE MÊME SOLUTION.

1. — *Feuilles adultes d'Allium Cepa*.

Les mesures sont faites sur les portions basilaires des feuilles adultes.

A. — Formiate N. 2 3, PH. 7.

Le Formiate ammonique nous a montré dans les observations microscopiques faites sur *Tradescantia* qu'il est toxique. Dans un certain nombre d'expériences sur *Allium Cepa*, cette toxicité s'est manifestée nettement par un arrêt de la déplasmolyse : la languette de tissu ne se déplace même point d'un angle de 60°. Cèt arrêt ne signifie pas la mort complète des cellules, car elles sont encore susceptibles d'être plasmolysées ultérieurement par KNO_3 , 2/3 N. Dans quelques expériences, il a cependant été possible de plonger successivement la même languette, 5, 6 et même 7 fois dans le Formiate ammonique et d'enregistrer des déplacements suffisants pour les mesures; à partir de la cinquième ou de la sixième mesure, la déplasmolyse s'arrête.

Les deux premières expériences du tableau V, choisies parmi les nombreuses expériences sur feuilles adultes où il n'a été possible d'obtenir que deux mesures, donnent des temps de pénétration du Formiate relativement analogues, bien qu'ils se ressentent de la toxicité du sel.

La dernière expérience A^{III} b^{1 2 3 4 5 6} montre que, lors-

TABLEAU V. — Formiate ammonique PH7 N 2/3.

Tissus des feuilles adultes d' <i>Allium Cepa</i> .		Plasmolyse totale dans KNO ₃ N 2/3.	Déplasmolyse. Les languettes de tissus décrivent un arc de cercle de 60° en	
1)	A ^{III} d	1	2'00"	4'00"
		2	4'00"	4'00"
2)	C ^{III} x	1	4'00"	6'00"
		2	2'00"	5'30"
			(Valeur calculée.)	
3)	A ^{III} b	1	1'15"	14'00"
		2	5'00"	5'30"
		3	5'00"	5'00"
		4	5'30"	5'00"
		5	5'00"	3'00"
		6	5'00"	3'30"

TABLEAU VI. — Butyrate ammonique PH7 N 2/3.

Base de feuilles adultes.		Plasmolyse dans KNO ₃ N 2/3.	Déplasmolyse. Les languettes de tissus décrivent un arc de cercle de 60° en	
1)	A ^{III} a	1	1'45''	2'00''
		2	2'00''	2'00''
		3	2'00''	2'00''
		4	2'00''	2'00''
		5	2'00''	2'00''
		6	2'00''	2'00''
(Ralentissement à la fin de la Plasmolyse.)				
2)	C ^{III} a	1	—	3'00''
		2	2'00''	2'00''
		3	2'30''	2'00''
		4	3'00''	2'00''
		5	2'46''	4'00''
(Ralentissement à la fin de la Plasmolyse.)			(Ralentissement.)	

que le protoplasme de certaines feuilles est susceptible de résister à la toxicité du sel, sa perméabilité est modifiée peu à peu dans le sens d'une plus grande vitesse de pénétration. Après le *sixième essai*, les cellules sont encore vivantes; elles ont plasmolysé une septième fois normalement; mais la déplasmolyse s'est arrêtée aux trois quarts du chemin habituellement parcouru entre le point de départ en ligne droite et le point d'arrivée en spirale. Ordinairement, quand dans ces conditions les 60° standard n'ont pas été réalisés, le temps donné à leur sujet est calculé.

Une remarque cependant reste à faire. Le premier essai dans le Formiate ammonique donne souvent des chiffres différents des essais ultérieurs. Ces chiffres sont aberrants, non point seulement pour le temps de déplasmolyse, mais aussi pour le temps de plasmolyse. Tout se passe comme si après le premier contact avec le Formiate le protoplasme établit un nouvel équilibre de perméabilité : le temps de *plasmolyse* à peu près normal 1'15" devient dans les essais suivants 5', 5'00", 5'30", 5'00", 5'00"; le temps de *déplasmolyse* 13'00", 14'00" devient 5'30", 5'00", 3'00", 3'30".

B. — Butyrate et Valérianate ammoniques.

Les essais de régularité de perméabilité d'une languette de tissu de feuille adulte prise dans sa portion basilaire ont été faits ensuite dans une solution N. 2/3, PH.7 de Butyrate et de Valérianate ammoniques.

Ces sels ne manifestent pas d'influence toxique pendant les 4 ou 5 premières observations.

Les résultats sont exprimés dans le tableau VI.

Les chiffres du tableau VII, donnant la vitesse de pénétration du Valérianate ammonique PH. 7, se montrent éga-

lement constants. Dès qu'une altération du protoplasme se précise, le temps de plasmolyse dans KNO_3 , 2/3 N. devient plus long et la plasmolyse reste incomplète. Ce phénomène se produit ordinairement après 4 ou 5 plongées. Étant ainsi averti, nous ne tenons plus compte des chiffres des expériences suivantes. Le temps de la déplasmolyse est modifié parallèlement; la pénétration du sel ralentit.

TABLEAU VII. — Valérianate ammonique PH7 N 2/3.

Base de feuilles adultes.		Plasmolyse dans KNO_3 N 2/3.	Déplasmolyse. Les languettes de tissus décrivent un arc de cercle de 60° en
			—
$\text{D}^{\text{III}}a$	1	1'30"	0'45"
	2	1'30"	0'45"
	3	0'45"	0'45"
	4	0'45"	1'00"
	5	1'00"	1'00"
	6	1'00"	1'30"
	7	Arrêt.	Arrêt.
$\text{B}^{\text{III}}a$	1	—	1'00"
$\text{B}^{\text{III}}b$	1	1'00"	1'00"
$\text{K}^{\text{III}}a$	1	2'30"	1'00"
Très grandes feuilles de gros oignon.			

La vitesse de pénétration du Butyrate donne ici le chiffre de 2 minutes pour $\text{A}^{\text{III}}a^{1\ 2\ 4\ 5\ 6}$ et pour $\text{C}^{\text{III}}a^{2\ 3\ 4}$, celle du Valérianate le chiffre de 0'45" à 1'00" pour D^{III} ; B^{III} ; K^{III} .

Ils sont notablement plus bas que les moyennes données à l'occasion des expériences du tableau II, où elles sont pour le Butyrate 3'30", pour le Valérianate 2'15". Ces différences nous paraissent pouvoir s'expliquer, non seule-

ment par les différences individuelles entre les bulbes d'*Allium Cepa*, bien que ceux-ci proviennent d'un même maraîcher, mais surtout par le fait que ces bulbes ont été cultivés à des époques différentes.

Les dernières expériences citées ici furent réalisées sur des bulbes cultivés pendant une période de beau temps hivernal en serres où la température a monté pendant le jour à 21°.

Nous avons eu souvent l'occasion de constater que la température à laquelle ont été soumises les feuilles avant l'expérience influence les vitesses de pénétration des sels.

Nous rendrons compte de ces observations séparément.

2. — *Diverses portions de feuilles et feuilles d'âges différents.*

Ainsi que nous l'avons dit, il faut, pour obtenir des résultats comparables, opérer dans des conditions strictement définies sur des feuilles et des morceaux de feuilles homologues.

Nous avons jusqu'à présent travaillé sur des bases de feuilles adultes. Voici les résultats obtenus sur les portions I (sommet) et II (milieu) de feuilles d'âges et d'origines différents.

On peut se rendre compte nettement de la différence de perméabilité des tissus dans les feuilles jeunes et les feuilles adultes dans les différents sels. Nous attirerons surtout l'attention sur, entre autres, l'exemple des solutions d'acétate.

Les expériences du tableau VIII nous permettent d'affirmer que dans les solutions N.2/3 PH.7 des sels ammoniques des acides gras, hors le Formiate ammonique, la perméabilité du protoplasme reste constante au cours de 4 à 5 plongées successives.

TABLEAU VIII. — Acétate ammonique PH. 7, N. $\frac{2}{3}$.

				Nos de la Déplasmolyse plongée. en minutes.	
Feuille adulte	Sommet.	G ^I	a	1	4.00
				2	4.00
				3	4.00
				4	— toxique.
		B ^I	g	1	2.30
				2	3.00
				3	1.30
				4	—
	Milieu.	A ^{II}	a	3	1.00
				4	1.00
				5	2.00
				6	— arrêt.
		L ^{II}	a	1	2.00
				2	2.00
				3	2.00
				4	2.00
Feuille jeune	Sommet.	H ^I	a	5	2.00
				6	2.00
				7	2.00
				1	0.45
				2	1.00
	Milieu.	A ^{II}	b	3	1.00
				4	1.00
				1	1.00
				2	1.30
				3	1.30

Propionate ammonique PH7 N. $\frac{2}{3}$.

Feuille adulte	Milieu.	A ^{II}	g	{	1	2.20
					2	2.00
					3	2.00
					4	4.00 toxique.
Feuille jeune	Milieu.	A ^{II}	b	{	1	1.00
					2	1.00
					3	1.00
					4	1.00
					5	1.00
					6	1.30 toxique.

Valérianate ammonique PH7 N. $\frac{2}{3}$.

Feuille adulte	Milieu.	B ^{II}	a	{	1	—
					2	0.40
					3	0.30
					4	0.40

En un point déterminé de la feuille, cette perméabilité constante est l'indication de certaines particularités physiologiques des cellules et aussi probablement de détails anatomiques qui peuvent retentir plus ou moins fortement sur la vitesse des phénomènes de courbure. Dans tous les cas, en un point défini, les vitesses sont suffisamment uniformes.

L'Acétate ammonique qui, jusqu'à un certain point, est toxique, nous a même donné des résultats remarquablement réguliers, comme L^{II}a^{1 2 3 4 5 6 7}.

IV. — DÉPLASMOLYSES SUCCESSIVES

D'UNE LANGUETTE DE TISSU DANS LA SÉRIE DES CINQ SELS AMMONIQUES DES ACIDES GRAS.

La meilleure confirmation des expériences précédentes nous est donnée par un essai dont les résultats sont consi-

gnés dans le tableau IX. Une seule et même languette a été plongée successivement dans les cinq solutions.

Un bref lavage à l'eau distillée et une plasmolyse dans KNO_3 pour redresser la languette et la ramener à son point de départ entre chaque observation.

Cet essai nous a paru réalisable après les nombreux contrôles de la régularité du phénomène et de la constance du degré de perméabilité des cellules au cours des cinq ou six essais consécutifs.

Étant donnée la toxicité des premiers sels de la série, nous avons commencé par le Valérianate ammonique pour terminer par le Formiate.

TABLEAU IX. — La série des sels sur une seule languette de tissu.

Sels ammoniques PH 7 N. 2/3.	Base de feuille adulte : PIII.	Déplasmolyse.
		Les languettes de tissus d' <i>Allium Cepa</i> décrivent 60° en
Valérianate . . .	a ¹	2'15"
	a ²	2'30"
Butyrate . . .	a ³	4'00"
Propionate . .	a ⁵	4'00"
Acétate . . .	a ⁴	6'00"
Formiate. . .	a ⁶ arrêt, valeur calculée . . .	26'00"

Ce tableau, obtenu avec précision sur la base d'une feuille d'*Allium Cepa*, est à mettre en parallèle avec celui de la page 1034 obtenu sur les lambeaux épidermiques de *Tradescantia virginica*. Les vitesses de pénétration des différents sels sont tout à fait comparables.

Quand on étudie un matériel uniforme, des portions de tissus homologues et une seule et même languette, la perméabilité du protoplasme maintient ses caractéristiques pour chacun des sels ammoniques considérés.

Les expériences utilisant la même languette successivement dans les cinq solutions le prouvent très nettement.

Les sels ammoniques des acides gras, formiate, acétate,

propionate, butyrate et valérianate pénètrent d'autant plus rapidement le protoplasme de *Tradescantia Virginica* et d'*Allium Cepa*, que la molécule de l'acide dont ils dépendent est plus complexe.

(Laboratoire de Physiologie de Pennsylvania University, Philadelphia, U. S. A., et Institut de Botanique de l'Université de Liège. Laboratoire de Physiologie.)

(A suivre.)

LA
SEXUALITÉ

ET LES

OXYDATIONS CELLULAIRES

CHEZ

MERCURIALIS ANNUA

PAR

R. & M. BOUILLENNE

Extrait des *Bulletins de la Classe des Sciences*, 5^e série, t. XVI, n^o 8.
Séance du 2 août 1930, pp. 1047-1051.

BOTANIQUE.

La sexualité et les oxydations cellulaires chez *MERCURIALIS ANNUA*.

Dans la question de la sexualité des plantes, les botanistes se sont beaucoup attachés au problème du déterminisme sexuel. Les éléments qui font évoluer les plantules d'une espèce dioïque fondamentalement unisexuée, les unes vers des individus portant des fleurs mâles, les autres vers des individus portant des fleurs femelles, existent-ils déjà dans l'embryon ou la spore, ou bien subissent-ils l'influence des facteurs extérieurs? ⁽¹⁾.

De nombreuses recherches ont abouti à l'étude de certaines anomalies ⁽²⁾ : individus mâles portant des fleurs

⁽¹⁾ STRASBURGER, *Jahrb. f. wiss. bot.*, **48**, 1910. — CORRENS, Berlin, 1907. — IDEM, *Sitzungber. Preuss. Akad. Wiss.*, Berlin, I, p. 1175, 1918. — WINGE, *C. R. Travaux Laboratoires Carlsberg*, **15**, 1923. — OLAVI MEURMAN, *Commentat. Fennicae*, **2**, 1, 3, 1925. — M. NUNERATI, *C. R. Acad. Sciences*, Paris, 1924. p. 1200. — F. NOLL, *Ber. Neiderh. Gesell.*, 1-40, 1907. — E.-J. PRITCHARD, *Journ. Hered.*, **7**, 325, 1916. — JOSE SANTOS, *Bot. Gazette*, **77**, 4, 1924.

⁽²⁾ H.-H. BARTLETT, *Rhodora*, **13**, 1911. — C.-A. DARLING, *Bull. Torrey Bot. Club*, **36**, 177-199; E.-S. KRAUS, *Ann. Journ. of Bot.*, **7**, 400-416, 1920. — MAEKAWA, *Bull. Journ. Col. Agr. Hokkaido*, **13**, 217-305, 1924. — MOLLIARD, *Revue générale de Botanique*, X, p. 320, 1898.

femelles fertiles ou bien des fleurs hermaphrodites et réciproquement. Un certain nombre d'auteurs ont pu les reproduire expérimentalement en utilisant les moyens les plus divers : modification de la durée quotidienne de l'éclairement ⁽¹⁾; modification de la pression osmotique interne ⁽²⁾; le traumatisme ⁽³⁾; diminution de la transpiration ⁽⁴⁾; suppression des réserves ⁽⁵⁾. De ces travaux botaniques, il résulte que le sexe initial, là où il semble avoir été le plus complètement transformé, ne disparaît pas complètement; il peut réapparaître si l'on replace les plantes dans les conditions normales de végétation. Les facteurs externes ont une influence manifeste sur le déterminisme du sexe, mais néanmoins restreinte, et la constitution particulière de chaque œuf reste, semble-t-il, le facteur prépondérant.

Les moyens expérimentés qui ont provoqué la réversion sexuelle mettent en œuvre des complexes de facteurs et restent imprécis. Certains auteurs ont tenté d'établir des différences biochimiques entre les sexes ⁽⁶⁾. Il nous a paru utile, avant de rechercher les causes physiologiques de l'apparition fortuite ou provoquée de fleurs de sexe différent sur un individu unisexué, de mettre au point les particularités du métabolisme de plantes fondamentalement femelles et d'y comparer celui de plantes mâles.

Nous avons travaillé sur *Bryonia dioica* et sur *Mercurialis annua*. Nous ne parlerons ici que de nos résultats obtenus avec *Mercurialis annua*. Les graines de cette dernière plante semées en serre germent facilement et, au

(1) J. TOURNOIS, *Ann. Sc. Nat. Paris*, série 9, **19**, 1914.

(2) SPRECHER, *id.*, **17**, 1913.

(3) YAMPOSLKI, *Torrez Bot. Club.*, **57**, p. 450.

(4) TOURNOIS, *An. Sc. Nat. Paris*, série 9, **19**, 1914.

(5) J.-A. URBAIN, *C. R. Acad. Sc.*, Paris, **157**, p. 450.

(6) S. SATINA et DEMERIC, *Science*, 1925. — S. SATINA et BLAKESLEE, *A.A.A.S.*, 1926.

bout de 8 jours, elles montrent déjà leurs cotylédons verts au-dessus de la surface. 40 à 60 jours après le semis, nous obtenons des individus en pleine floraison. Il y a, à peu près, autant d'individus mâles que d'individus femelles. Nous confirmons les observations de Marchal, Douin, Allen, Correns, Noll, Strasburger, qui ont trouvé un rapport 1/1 pour le nombre de mâles et de femelles et qui de ce fait pensent que les circonstances ne peuvent rien changer.

Quelques jours après l'étalement des cotylédons, certaines plantes se mettent à croître plus vite : entre-nœuds longs, ramification rare, feuillage vert clair; tandis que d'autres restent plus trapues et se ramifient davantage, feuillage plus sombre. Frappés par cette différence dans le rythme de la croissance et le port de la plante, nous avons repiqué séparément ces individus. Sur 120 trapus et ramifiés, 80 sont devenus des plantes femelles; sur 80 grands à feuillage clair et non ramifiés, 50 sont devenus des plantes mâles.

Il y a là une indication que le métabolisme des mâles et des femelles n'est pas le même et que cette différence accompagne certains caractères morphologiques mal définis, mais permettant un diagnostic avec 65 % de succès. Les conditions du milieu de nos cultures sont scrupuleusement maintenues constantes. Les semis ont été faits pendant l'hiver 1929, le printemps et l'été 1930 avec les mêmes résultats d'ensemble : les individus poussant vite et peu ramifiés deviennent mâles; les individus trapus et ramifiés deviennent femelles. Le milieu ne semble pas intervenir.

Nous ne discuterons pas ici la question de savoir si une plante croît plus vite parce qu'elle est mâle ou si elle devient mâle parce qu'elle croît plus vite.

Voici nos résultats sur le métabolisme des deux sexes dans *Mercurialis annua* exprimé par l'intensité des oxydations

cellulaires. Les plantes mâles et femelles ont le même âge, en date et en structure. Chaque individu choisi a le même nombre de feuilles et de nœuds ⁽¹⁾; il est en fleurs et porte encore ses deux cotylédons. Il est mis à respirer dans une cage à respiration hermétique, plongée à l'obscurité dans un thermostat. L'oxygène consommé et le gaz carbonique libéré sont calculés par l'eudiomètre Laulanié-Plante-fol.

EXPÉRIENCES SUR CINQ INDIVIDUS A LA FOIS.

Nos	Dates.	Température du Thermostat.	PLANTES MÂLES.		PLANTES FEMELLES.	
			CO ₂ émis par gramme de matière fraîche et par heure.	Q. R.	CO ₂ émis par gramme de matière fraîche et par heure.	Q. R.
1	9.1.30	9°	0.046	0.83	0.038	0.82
2	18.1.30	9°5	0.0471	0.75	0.036	0.78
3	1.2.30	7°5	0.034	0.78	0.027	0.89
4	12.2.30	6°5	0.052	0.89	0.0419	0.98
5	15.2.30	7°2	0.086	0.99	0.0706	0.93
6	24.2.30	6°5	0.045	0.96	—	—

Les intensités respiratoires des plantes mâles sont, d'une manière constante, plus élevées que celles des plantes femelles. Cependant, les chiffres ci-dessus sont provisoires. Nos expériences actuelles nous montrent que l'expression de nos résultats par rapport au gramme de matière fraîche n'est pas suffisamment précise. En effet, dans chaque expérience, les hydratations des mâles et des femelles ne sont pas comparables au même âge; on sait, depuis les recherches d'André Mayer ⁽²⁾ et les

(1) J.-A. URBAIN, *C. R. Acad. Sc.*, Paris, 157, p. 450.

(2) A. MAYER et PLANTEFOL, *Ann. de Physiol. et de Phys. Chim. Biolog.*, Paris, 1925, 26. — M. et R. BOUILLENNE, *id.*, 1927.

nôtres, que le rôle de l'eau cellulaire est fondamental dans les phénomènes respiratoires. Les poids secs n'ont pu être calculés parce que, dans cette première série d'expériences, les plantes ont été utilisées pour des dosages de sucres après leur mise en respiration. Nous donnerons ces résultats dans une prochaine communication. Nous avons tenu compte du fait que la durée de respiration dans la chambre hermétique ne doit pas se prolonger au delà de 30 heures. Car la teneur en CO^2 de l'atmosphère confinée devient trop forte et ralentit les oxydations; de plus, la réserve des sucres des plantes s'épuise rapidement. Les chiffres de l'expérience n° 3 sont relativement plus faibles pour les mâles et femelles parce qu'elle s'est prolongée pendant 75 heures. Nous concluons que le métabolisme respiratoire des mâles est, tout au moins pendant la floraison, plus intense que celui des femelles et qu'à cette différence physiologique correspondent non seulement des caractères morphologiques sexuels primaires (fleurs), mais aussi des caractères sexuels secondaires (ramifications, formes et teintes des feuilles).

(Institut de Botanique de l'Université de Liège.
Laboratoire de Physiologie.)

BOTANIQUE.

Oxydations respiratoires et teneur en sucres dans les deux sexes de « *Mercurialis annua* »,

par R. et M. BOUILLENNE (*).

Nous avons publié les résultats d'une première série de recherches sur la sexualité chez *Mercurialis annua*, dans laquelle nous nous sommes particulièrement intéressés aux différences de métabolisme que manifestent les individus matures appartenant aux deux sexes ⁽¹⁾. Ces expériences ont établi, pour la période de floraison, une différence nette entre les oxydations cellulaires des individus mâles et femelles; oxydations respiratoires exprimées en c.c. de CO₂ par gr./frais/heure. Les individus femelles révèlent, dans nos conditions expérimentales, un métabolisme inférieur à celui des mâles.

Il est intéressant de connaître si cette différence est liée à la présence de diverses quantités de certains produits essentiels du métabolisme : sucres, graisses, protéines, etc., comme le suggère Joyet-Lavergne ⁽²⁾.

Dans nos expériences sur le métabolisme respiratoire des mâles et des femelles (*Mercurialis annua*) le quotient respiratoire est compris entre 0,7 et 1. Les chiffres les plus

(*) Présenté par M. Marchal.

(1) RAY. et M. BOUILLENNE, *Bull. Ac. roy. de Belg. (Cl. des Sc.)*, **16**, 8, 8, 1047, 30.

(2) JOYET-LAVERGNE, *Protoplasma*, **11**, 3, 30.

fréquents, groupés autour de 0.85-0.90, nous permettent de considérer que nous approchons du rapport théorique de l'oxydation des carbohydrates. Nous savons d'ailleurs, depuis les travaux de Mayer et Plantefol sur les Mousses ainsi que les nôtres ⁽¹⁾ sur les racines de *Brassica Napus*, que le quotient respiratoire atteint environ l'unité lorsque la masse des tissus d'une plante est amenée, expérimentalement ou naturellement, à un optimum spécifique de teneur en eau. A cet optimum spécifique d'imbibition correspondent des oxydations les plus intenses et très fréquemment dans ces conditions, la plante entre dans sa période de floraison, comme l'ont montré Mac Dougal pour certains Bouleaux désertiques et Van de Sand Bakhuizen pour le Froment.

Nous pouvons admettre que, chez *Mercurialis annua* en floraison, nous sommes en présence d'un métabolisme intense se réalisant aux dépens de carbohydrates.

La question se pose de savoir si la teneur en sucres est la même dans les deux sexes, ou bien si la différence dans l'intensité respiratoire constatée entre mâles et femelles correspond à des teneurs en sucres différentes.

Comme précédemment, nos plantes mâles et femelles ont été cultivées, côté à côté, dans des conditions identiques, à l'intérieur d'une serre spéciale de physiologie végétale. Elles ont, au moment de l'essai, le même âge et des fleurs. Elles ont été prises dans le même semis et possèdent le même nombre de nœuds et d'entre-nœuds. A ce stade, nous l'avons signalé, les individus mâles sont plus grands, plus élancés, moins ramifiés, d'un feuillage plus clair que les individus femelles.

Les résultats de nos dosages des sucres totaux et réducteurs de plantes mâles et femelles, recueillies à midi et prises tout entières, sont donnés dans le tableau 1.

(1) *Annales de Physiologie et de Physico-chimie biologique*. Paris, Douin, 1925-1927.

Nous avons utilisé la méthode colorimétrique de Folin et Wu; les dosages ont été pratiqués immédiatement après la récolte.

TABLEAU I

*Dosages des sucres totaux et réducteurs
dans des plantes entières, adultes, des deux sexes.*

Date : 19 février. 12 heures.	DEUX PLANTES MALES.	DEUX PLANTES FEMELLES.
POIDS FRAIS	3.6 gr.	3.6 gr.
SUCRES TOTAUX	1.27 gr. % poids frais.	0.956 gr. % poids frais.
SUCRES RÉDUCTEURS .	0.514 gr. % poids frais.	0.366 gr. % poids frais.

Comme on le voit, les plantes mâles contiennent une plus grande quantité de sucres totaux et réducteurs que les femelles. Cette expérience est d'autant plus significative que l'on est parti de plantes d'âge et de poids parfaitement comparables.

Nous donnons aux Tableaux II et III les résultats d'une étude simultanée des phénomènes respiratoires et de la teneur en sucres.

Le tableau II montre les variations dans la teneur en sucres d'une série de plantes mâles prises à différents moments de la journée. Il donne également la teneur en sucres de la plante qui a été mise en respiration dans le thermostat. On dose d'abord les sucres d'une plante prélevée au début de l'expérience respiratoire, puis ceux d'une autre plante comparable ayant passé 18 heures à l'obscurité de la serre.

TABLEAU II

Étude comparative de la respiration et de la teneur en sucres d'une plante mâle (série N° 10).

RESPIRATION. — Plante mise dans le thermostat à 16 heures. Obscurité.

Température=9° :

C.c. CO₂ par gr. frais/heure 0.102

C.c. CO₂ par gr. sec/heure 0.92

SUCRES TOTAUX :

Dans la serre	Au moment de la mise en respiration, une plante prise et dosée à 18 heures	} 0.627 % gr. frais. 5.69 % gr. sec.
-------------------------	---	---

Dans le thermostat . . .	La plante ayant été mise en respiration est analysée au sor- tir de l'obscurité. — Température=9°. . .	} 0.400 % gr. frais. 3.62 % gr. sec.
--------------------------	--	---

Dans la serre, le lende- main matin	Une plante ayant pas- sé le même nombre d'heures dans la serre, à l'obscurité. — Température=10° à 14°	} 0.344 % gr. frais. 3.11 % gr. sec.
--	---	---

CONSOMMATION EN SUCRES :

Dans la serre 2.5 % gr. sec.

Dans le thermostat 2.07 % gr. sec.

Une plante (mâle dans l'exemple du Tableau II) consomme un peu moins de sucres après un séjour dans un thermostat où la température est de 9 à 10° C. qu'une plante de même sexe et de même âge maintenue pendant le même temps dans une serre où les maxima et minima vont de 10 à 14°.

Le Tableau III compare le comportement d'une plante mâle avec celui d'une plante femelle *dans la même série d'expériences.*

TABLEAU III

*Respiration et teneur en sucres comparatives (série 13).
Expérience sur un seul individu des deux sexes.*

17 ET 18 AVRIL.	INDIVIDU MALE.	INDIVIDU FEMELLE.
RESPIRATION :		
Plantes mises dans le thermostat à 18 heures. Obscurité. Température=8°9	CO ₂ : 0.077 % gr. frais	CO ₂ : 0.069 % gr. frais.
SUCRES TOTAUX :		
Au même moment, à 18 heures. Plantes comparables prises dans la serre. — Température=10° à 14°	1.00 % gr. frais.	0.750 % gr. frais.
Le lendemain, les plantes au sortir du thermostat, après l'analyse des gaz de la respiration	0.430 % gr. frais.	0.406 % gr. frais.

Les mâles de *Mercurialis annua* sont plus riches en sucres totaux que les femelles de même âge, non seulement le soir au début de l'expérience sur l'intensité respiratoire, mais aussi le lendemain, que ce soit après un séjour d'environ 18 heures dans le thermostat, ou bien après un séjour correspondant dans la serre de physiologie à l'obscurité.

Cette différence est constante, à condition toutefois que l'on s'astreigne à opérer sur des individus parfaitement comparables et dans des conditions tout à fait parallèles. Elle vient s'ajouter à celle que nous avons signalée lors de nos premières observations, où nous avons vu que les mâles chez *Mercurialis annua* ont un métabolisme oxydatoire plus intense que les femelles.

Institut de Botanique de l'Université de Liège.

CONCENTRATION DES SUCRES TOTAUX DANS LES BOUTURES

DE *Salix* SP. ET DE *Cacalia articulata*,

par R. BOUILLENNE et H. BELTCHEVA.

En étudiant le problème de la formation des racines sur les boutures de diverses plantes nous avons été amenés à reconnaître quelques faits qu'il nous paraît important de mettre en évidence.

Nous parlerons ici de *Salix* sp. et de *Cacalia articulata* (Compositacées). Ces deux espèces ont été, l'une recueillie dans le courant de janvier sur des arbres à Jalhay alors qu'aucun bourgeon ne s'était développé (les rameaux mis en expérience sont tous des extrémités de branches) ; l'autre prise à la même époque, dans les serres de l'Institut de botanique de l'Université de Liège, alors que la plante était en pleine végétation et que les rameaux portaient une touffe de 4 à 5 feuilles. De nombreux échantillons de ces plantes ont été placés en serre tiède, dans des vases de végétation, l'extrémité inférieure plongeant dans de l'eau ordinaire ou bien dans des solutions nutritives : Sachs, Knop, Marchal dont les pH sont respectivement : 5,1 - 4,9 - 7,1. Ces solutions nutritives ont modifié leur pH au cours de l'expérience ; celui-ci est devenu 5,9 dans la liqueur de Sachs, 5,9 dans celle de Knop et 6,5 dans celle de Marchal. Entre 10 et 15 jours, des racines ont apparu à la partie inférieure des boutures. Les bourgeons ne se sont développés qu'ensuite. C'est dans l'eau ordinaire et dans la solution de Knop que les racines et les bourgeons ont manifesté le meilleur développement. Des essais contrôles de boutures mises dans du sable calciné, arrosé avec les liquides de Sachs, de Knop, de Marchal, ont également donné des résultats excellents pour les deux espèces considérées.

Dans *Salix* les racines ont apparu avant les bourgeons ; dans *Cacalia* avec feuilles, les racines se sont présentées normalement ainsi que de nouvelles feuilles mais lorsque les rameaux sont dépourvus de feuilles, soit que celles-ci aient été expérimentalement enlevées, soit que, par suite de la transplantation, elles soient tombées (l'on sait que *Cacalia*, plante sub-désertique perd très rapidement ses feuilles) nous n'avons pas obtenu de racines. Les racines n'ont pas apparu, même après un long temps ; le liquide nutritif s'est progressivement laissé envahir par des Algues (*Chlorella viridis*) et des moisissures qui finalement se sont portées sur les parties immergées et les ont altérées. Ce phéno-

mène n'a pas lieu lorsque les feuilles existent. Dans un cas toutefois, un rameau dépourvu de feuilles et déjà attaqué par la base a réussi à pousser quelques feuilles nouvelles, puis quelques racines et les moisissures ont rétrogradé. La présence des feuilles coïncide donc avec a) la cicatrisation de la plaie ; b) l'apparition de racines en néoformation. Ce fait est en contradiction avec celui que nous révèle *Salix*. En effet, *Salix* n'a pas de feuilles au moment de la mise en expérience, la culture ne moisit pas et des racines se montrent. Un examen microscopique révèle que dans le cas de *Salix* les racines qui se développent ne sont pas des néoformations ; elles proviennent de germes pré-existants, probablement formés dès l'arrière-saison.

Tableau I.

Dosage des sucres totaux aux deux extrémités des pousses de *Salix* sp.

	Sur sable Boutures arrosées par la liqueur de		Dans divers liquides nutritifs Solution de		
	Sachs	Knop	Eau	Sachs	Marchal
Sommet débarrassé de ses feuilles.	0,60	0,75	0,62	0,80	0,82
Partie inférieure débarrassée de ses racines	0,78	1,0	0,38	0,38	0,36

Nous avons réalisé des dosages de sucres totaux que nous allons exprimer en grammes p. 100 du poids frais. Ces analyses ont été faites séparément sur les deux extrémités des rameaux mis en expérience. Ces rameaux sont débarrassés des racines et des jeunes pousses éventuelles.

Dans le tableau I, quel que soit le milieu de culture, sable ou solutions, la teneur en sucres totaux au sommet des rameaux est approximativement la même ; mais il n'en est pas ainsi pour les extrémités basales. Celles-ci contiennent plus de sucres dans la culture sur sable que dans les diverses solutions nutritives. Il semble que des sucres ont pu diffuser en petites quantités dans le milieu liquide en même temps que d'autres substances se trouvant dans les tubes criblés, ouverts par la coupure. De plus, les racines des boutures sur sable sont nombreuses et bien développées.

Tableau II.

Dosage des sucres totaux aux deux extrémités des pousses feuillées de *Cacalia articulata*.

	Sur sable Boutures arrosées par la liqueur de		Eau	Dans divers liquides nutritifs Boutures plongées partiellement dans solution de	
	Sachs	Marchal		Sachs	Marchal
Sommet débarrassé de feuilles ..	0,11	0,18	0,11	0,26	0,17
Partie inférieure débarrassée des ra- cines	0,75	0,16 ?	0,21	0,45	0,75

Dans *Cacalia* sans feuilles nous n'avons pu réaliser d'analyses de sucres totaux car les rameaux, ainsi que nous l'avons signalé, ont été attaqués par des moisissures et des Bactéries. D'autre part, dans les rameaux avec une dizaine de feuilles — que l'on a débarrassés des feuilles et des racines au moment du dosage — les résultats obtenus sont divergents et il n'est pas possible d'en tirer des conclusions nettes (voir tableau II). Cependant les chiffres sont constants qui expriment la teneur en sucres totaux des extrémités supérieures des rameaux, qu'ils soient cultivés sur sable ou en solutions (moyenne 0,16). Quant à la teneur des extrémités basilaires elle est irrégulière. Tout ce que l'on peut en dire c'est : 1° qu'elle est souvent (4 fois sur 5) supérieure à celle de l'extrémité correspondante qui porte les feuilles et 2° que nous trouvons plus de sucres dans les portions basilaires dont les racines sont peu développées : 0,45 - 0,75 (0,47, chiffre non inclus dans le tableau II) que dans les portions basilaires à nombreuses et longues racines : 0,21 (0,25 - 0,22, chiffres non inclus dans le tableau II).

La comparaison des résultats obtenus dans les divers dosages n'est possible qu'après avoir considéré que les deux espèces se trouvent dans des situations physiologiquement différentes au moment de l'expérience. Si *Salix* réalise son métabolisme aux dépens de réserves, *Cacalia*, en pleine végétation, continue ses synthèses ; ses feuilles augmentent en nombre par l'allongement de la pousse (de 4 à 5 feuilles, au départ jusqu'à une bonne dizaine, 30 à 40 jours après).

Quelle que soit l'espèce considérée, il y a plus de sucres dans la partie basilaire où se forment les racines, sauf pour *Salix* en milieux liquides, et alors il semble y avoir une légère perte de substances par diffusion. Cette diffusion est excessive dans le cas de *Cacalia* dépourvu de feuilles : l'envahissement des parois du flacon par des Algues et des moisissures l'indique nettement. Cette diffusion coïncide avec l'absence de néo-formation racinaire. Quand de nouvelles feuilles réussissent à apparaître, des racines se présentent progressivement. Il semble donc que les feuilles jouent un rôle à ce sujet. Or *Cacalia* n'a pas de réserves accumulées puisque nous l'avons utilisé alors qu'il est en période de végétation. Privé de ses feuilles, il perd par diffusion tout ce que ses tissus contenaient. Pouvons-nous dire que c'est précisément ce qui diffuse qui permettrait la formation de nouvelles racines et que les nouvelles feuilles par photosynthèse reconstituent la matière perdue ?

Cacalia nous paraît être un matériel plus intéressant, à ce point de vue, que *Salix*, espèce qui hiverne et qui, de plus, a des germes de racines pré-formées. Il faut faire une distinction entre néo-formation de racines et croissance de racines existant déjà sous

forme de pointes méristématiques dans les tissus d'une tige. Nos expériences sur *Cacalia* nous permettent d'entrevoir que cette néoformation racinaire est en rapport avec la photosynthèse des feuilles, et peut-être avec la teneur en sucre ; mais ce dernier point, à notre avis, n'est pas évident.

(Institut de botanique de l'Université de Liège.)

Dr A. MONOYER

Chef de travaux pratiques de Botanique à l'Université de Liège.

**MORPHOLOGIE ET ÉCOLOGIE
DE HELEOCHARIS PALUSTRIS L.**

Plante vivace à rhizome végétant en sympode, *Heleocharis palustris* forme des touffes de baguettes serrées et dressées qui rappellent, en plus petit, celles de *Scirpus lacustris*. En effet, chez ces deux espèces, ce sont les tiges florales qui remplissent les rôles habituellement tenus par les feuilles : photosynthèse, respiration, transpiration. L'appareil foliaire de *Heleocharis palustris* est plus réduit encore que celui de *Scirpus lacustris* (1) : les gaines ne possèdent jamais de limbe.

(1) Nous avons eu l'occasion de signaler que deux des gaines de *Scirpus Lacustris* possèdent toujours un limbe : A. MONOYER, Contribution à l'Anatomie et à l'Ethologie des Monocotylées aquatiques. Acad. Roy. de Belg., mémoire couronné in-8°, 1928, page 18, planche 1, figure 1.

Un rhizome d'*Heleocharis palustris* (fig. 1) est constitué le plus souvent par la succession des deux premiers segments de chaque pousse.

Une pousse elle-même comprend ainsi deux entre-nœuds horizontaux, cachés dans la vase et complètement entourés chacun par une gaine brunâtre ; les deux entre-nœuds suivants, extrêmement courts, forment conde, donnent insertion à deux gaines longues et supportent la hampe. Celle-ci est constituée par un seul entre-nœud extrêmement allongé come chez *Scirpus lacustris*.

Comme ce dernier aussi, *Heleocharis palustris* peut se présenter sous trois formes adaptationnelles temporaires constituant des accommodats conditionnés, à l'état de nature, par le niveau de l'eau dans laquelle il vit.

Si, pour une plante déterminée, on considère comme normales les conditions biologiques dans lesquelles l'espèce se montre avec la plus grande fréquence en même temps qu'avec la plus grande fertilité, nous devons considérer comme habitat normal de *Heleocharis palustris*, les franges des étangs et la berge des rivières, là où le niveau de l'eau atteint cinq centimètres environ.

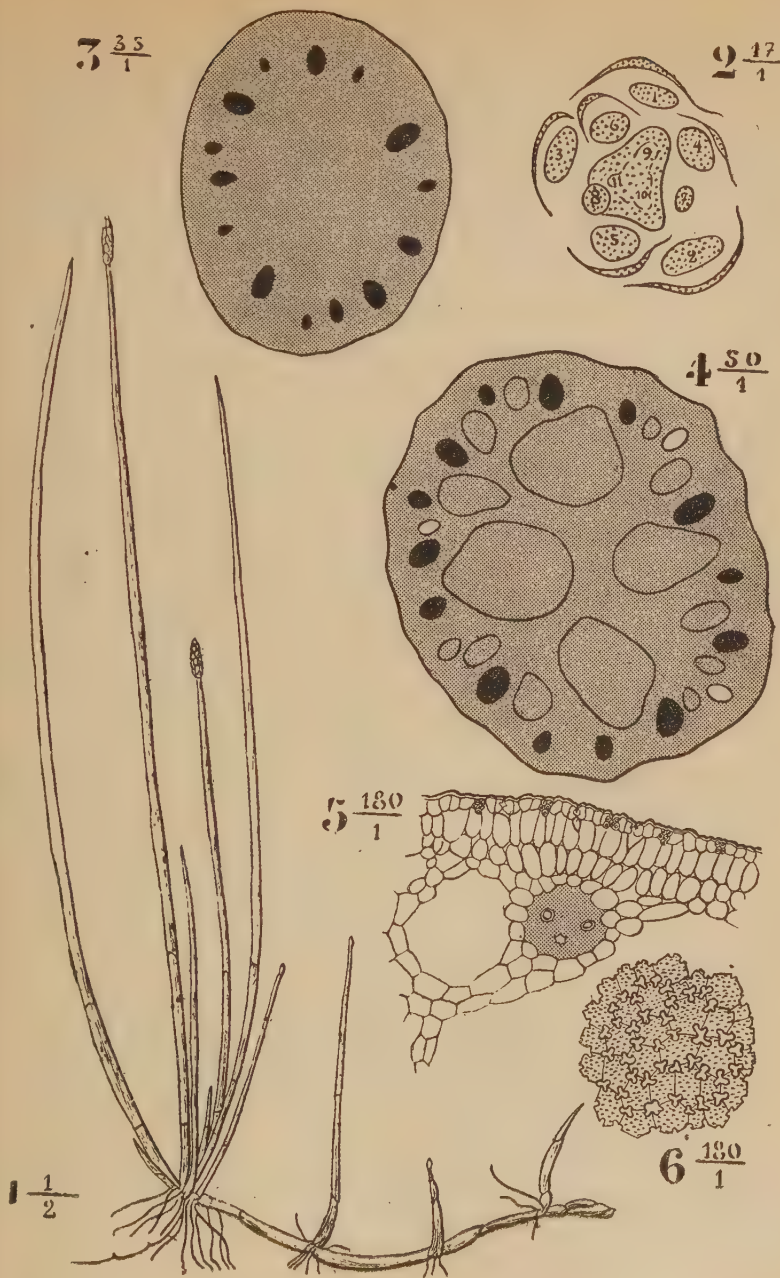
Dans ces endroits, *Heleocharis palustris* mesure de 15 à 25 cm. de hauteur, il forme des colonies drues et ses hampes d'un diamètre de 1 à 2 mm. sont vertes et presque toutes fertiles.

Si *Heleocharis palustris* est complètement émergé, ce qui arrive lorsqu'il croît dans les prairies humides ou rarement inondées, sa taille est plus petite, les hampes sont très grêles sans cependant être moins florifères ; leur teinte est gris-bleuâtre. Au contraire, lorsqu'il croît dans le lit même d'une rivière, là où il dispose de 40 cm. à 1 m. d'eau, *Heleocharis palustris* subit une hypertrophie considérable dans la hampe est le siège principal ; sa taille peut atteindre plus de 1 m. de hauteur et son diamètre, 4 à 6 mm. ; beaucoup de ces hampes hypertrophiées sont stériles.

Cette forme géante exceptionnelle, comme la forme naine des stations humides doit être considérée comme un accommodat, la transplantation suffisant à produire les modifications indiquées dans un sens ou dans l'autre. (Expérience réalisée de 1927 à 1930 au Jardin botanique de Liège.)

Nous avons exposé plus haut la morphologie externe d'un individu qui nous a semblé réunir les caractéristiques les plus fréquentes de l'espèce en question. Nous allons maintenant aborder sa structure interne, après avoir dit quelques mots de l'inflorescence.

L'inflorescence (fig. 2) porte des bractées qui ne sont pas tristiques, mais spirales ; elles ont un angle de divergence $3/8$ et non $1/3$ comme l'a écrit Van Thiegem. Les fleurs sont solitaires, subsessiles sur un axe commun. Une coupe immédiatement sous le nœud de l'inflorescence comprend 14 faisceaux (en noir dans fig. 3) groupés à la péri-



Expérience réalisée de 1927 à 1930 au Jardin botanique de Liège

phérie de la hampe, comme le sont ceux de *Scirpus sylvaticus* (1). A ce niveau, le parenchyme central est homogène.

Une coupe exécutée 1 cm. sous le nœud de l'inflorescence comprend 17 faisceaux (fig. 4). En remontant la série des coupes successives, on constate que trois de ces faisceaux (en blanc dans fig. 4) se terminent en pointes libres peu avant le nœud de l'inflorescence : ce sont donc trois faisceaux propres à la tige semblables à ceux que nous avons été les premiers à signaler chez *Scirpus lacustris* (1). A la base de la hampe, on ne trouve pas d'autres faisceaux que les 17 dont nous venons de parler : des coupes successives montrent qu'ils se continuent dans le rhizome où ils ont le même parcours que chez *Scirpus lacustris* et *Scirpus sylvaticus*.

Au point de vue histologique, quelques points intéressants sont à signaler.

C'est d'abord l'existence sous l'épiderme et dans toute la longueur de la hampe, d'un parenchyme en palissade (fig. 5) composé de deux épaisseurs de cellules contenant beaucoup de chloroplastes.

L'épiderme porte de nombreux stomates ; il y en a même à la base de la hampe dans la portion habituellement immergée : ainsi chez *Heleocharis palustris* comme chez *Scirpus lacustris*, la hampe peut accomplir les fonctions ordinairement remplies par les feuilles. Sauf dans la région voisine du nœud de l'inflorescence, la hampe est creusée de vastes lacunes aérifères coupées çà et là par des diaphragmes dont certains supportent des jonctions vasculaires transversales.

Nous avons représenté (fig. 6) quelques cellules provenant d'un diaphragme non vasculifère : nous faisons remarquer que ces cellules ont toutes leurs ramifications dans un seul plan et par conséquent peuvent être comparées aux cellules des diaphragmes de *Scirpus lacustris*, mais non aux cellules étoilées « de remplissage » des lacunes aérifères de cette dernière plante. Chez *Heleocharis palustris*, nous n'avons pas trouvé d'éléments histologiques comparables aux cellules stéréo-étoilées types, de *Scirpus lacustris*.

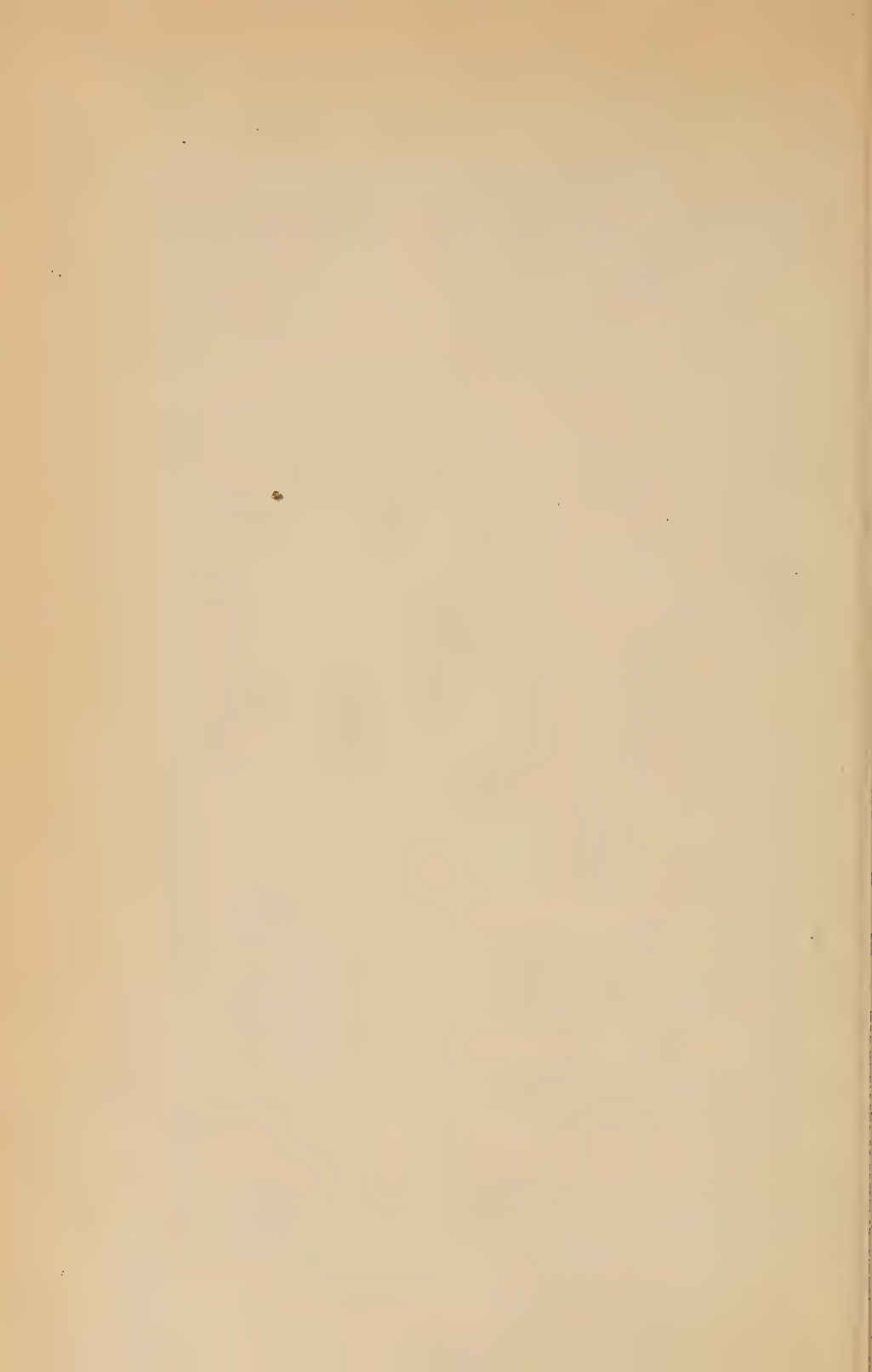
Les faisceaux possèdent, lorsqu'ils sont arrivés à la fin de leur développement, une lacune aquifère provenant de la destruction des trachées. Vers le haut de la hampe, et particulièrement dans les petits faisceaux, la lacune aquifère extrêmement réduite provient de la destruction d'une seule trachée annelée.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, les faisceaux sont localisés à la périphérie de la hampe et il n'en existe jamais au point de jonction des murs de parenchyme.

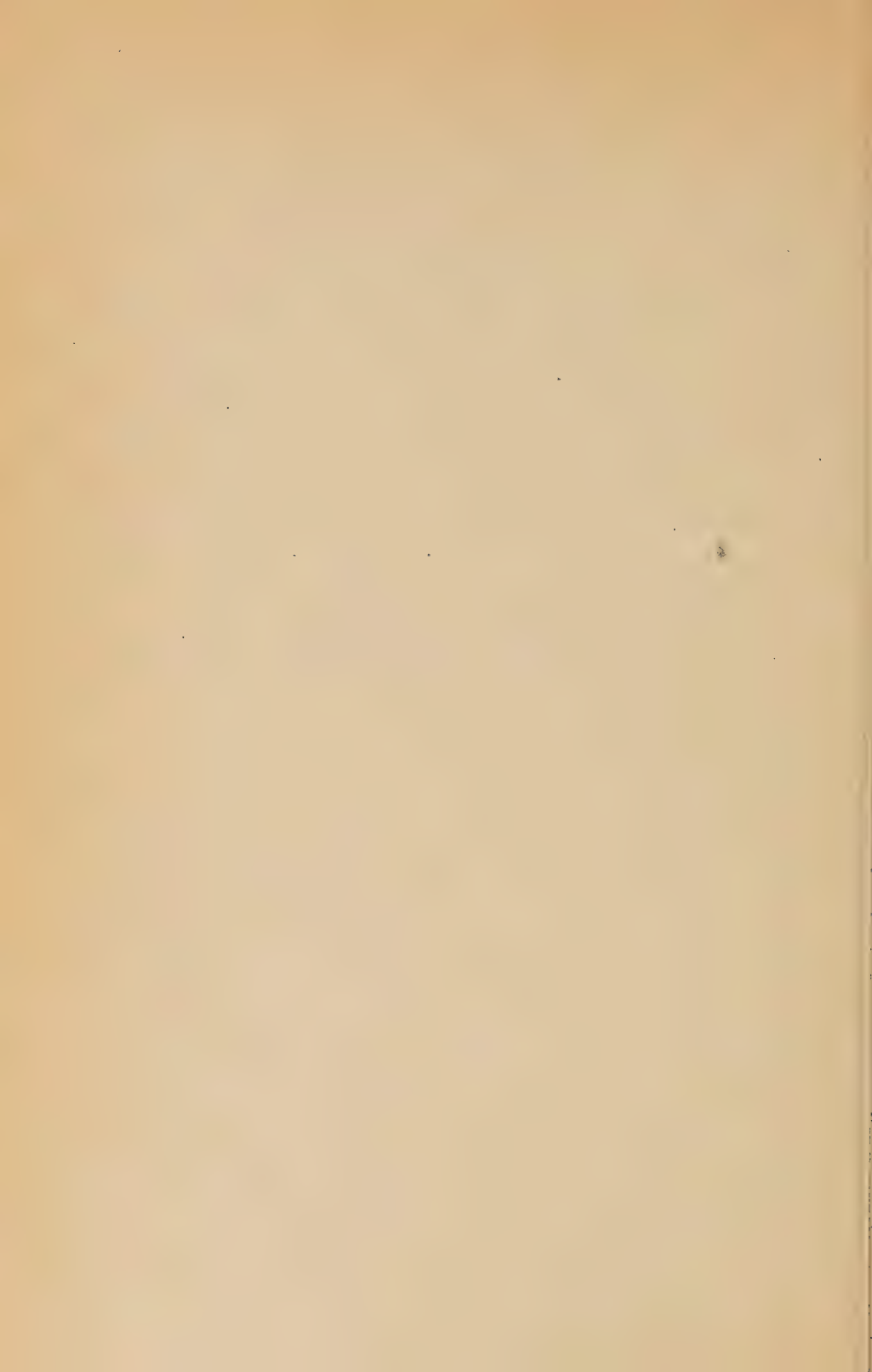
(1) A. MONOYER. Morphologie comparée du *Scirpus sylvaticus* L. et du *Scirpus Lacustris* L. Son importance au point de vue lamarekien. Bull. Soc. roy. de Bot. de Belg. Tome LXI, fasc. 2, 1929.

En résumé, tant par sa morphologie que par son écologie, *Heleocharis palustris* est fort comparable à *Scirpus lacustris*. Au point de vue purement anatomique, *Heleocharis palustris* nous semble même posséder plus de points de ressemblance avec *Scirpus lacustris* que *Scirpus lacustris* et *Scirpus sylvaticus* n'en présentent entre eux.

S'agit-il ici de liens phylétiques ou d'un simple phénomène de convergence, c'est ce que nous espérons pouvoir décider par les recherches que nous poursuivons actuellement.



Paris. — Soc. Gén. d'Imp. et d'Ed., 17, rue Cassette.



BROMELIACEES INEDITES

par M. Ch. CHEVALIER,
Conservateur du Jardin Botanique de Liège (1)

Billbergia maxima Ch. Chevalier.

Nous cultivons au Jardin Botanique de Liège, sous le nom de *Billbergia species maxima barbacena*, une Broméliacée extrêmement intéressante, tant par sa vigueur que par la beauté de son inflorescence. Depuis longtemps, cette espèce nous intriguait, car le nom sous lequel nous la cultivions, ne figure dans aucune monographie, pas même dans celle de Mez (1), la dernière en date. Une récente floraison éveilla à nouveau notre attention et nous engagea à entreprendre des recherches au sujet de son origine.

Nous consultâmes d'abord l'herbier de Broméliacées de l'Institut de botanique. Nous y trouvâmes trois feuilles d'un *Billbergia*, accompagnées d'une vieille étiquette portant les renseignements :

Billbergia species maxima

prov. de Barbacena

Ingénieur Renault

O. Lamarche 1879

ce qui fait supposer que la plante, trouvée par l'ingénieur Renault, dans la province de Barbacena (2), aurait été envoyée en 1879, à O. Lamarche, de Liège, en son temps grand amateur de plantes et particulièrement de Broméliacées.

Sous cette étiquette, nous trouvâmes écrit de la main de C. Mez, qui impulsa l'herbier en mars 1893, le nom suivant : *Billbergia Tweediana* Bak.

Nous ne connaissons pas le *B. Tweediana* Bak, mais la description qu'en donnent Baker (4) et Mez (1), dans leur monographie, ne se rapporte pas du tout à la plante que nous cultivons sous le nom de *B. species maxima barbacena*.

Il est étonnant que la plante, reçue par O. Lamarche en 1879, n'ait pas attiré l'attention du Professeur Ed. Morren, car il n'en fait aucune mention dans son journal : *La Belgique Horticole*. Il est fort possible toutefois, que le savant directeur du Jardin Botanique de Liège attendait pour ce faire, que la plante ait montré ses fleurs. Il se sera probablement contenté de mettre quelques feuilles en herbier, avec une étiquette provisoire signalant son origine. Sa mort, survenue quelques

(1) Déposé le 28 mai 1931.

(2) C. MEZ : *Bromeliaceæ*, 1896.

(3) Barbacena est une ville du Brésil, située à 225 km. au nord de Rio de Janeiro, dans le sud de l'Etat de Minas-Geraes, sous le 21° latitude sud.

(4) J. G. BAKER : *Handbook of the Bromeliaceæ*, 1889.

années plus tard (1885), ne lui aura pas permis de voir la plante en fleur.

On peut admettre aussi que, lorsque C. Mez visita notre jardin, en 1893, la plante en question n'était pas fleurie et, comme les feuilles qu'il trouva dans l'herbier présentent de grandes ressemblances avec celles du *B. Tweediana* Bak., il aura cru pouvoir les identifier à cette espèce. Ainsi s'expliquerait l'annotation du broméliographe berlinois.

Nous avons acquis la conviction que le *Billbergia* étiqueté dans nos serres : *B. species maxima barbacena*, est inconnu dans la littérature botanique et horticole (1). Il s'agissait alors de voir si notre plante n'avait pas été décrite sous un autre nom. Nous avons profité de sa floraison pour entreprendre des recherches à cet égard et nous sommes arrivés à la conclusion que sa description ne correspond à aucune des espèces décrites dans les monographies de Baker et de Mez. Nous sommes donc en présence d'une plante, certes pas nouvelle puisqu'elle fut introduite en 1879, mais qui n'a pas encore été décrite et qui n'est probablement pas connue en dehors de notre Jardin botanique.

Baker divise le genre *Billbergia* en trois groupes : le premier comprend les *Billbergia* proprement dits, y compris les *Jonghea*, de Lemaire; le second les *Helicodea* Lemaire et le troisième ne comprend que le *B. (Libonia) marmorata* Lem., décrit dans l'*Illustration Horticole* (1885 p. 48) et que Mez réunit aux *Æchmea* (*A. marmorata* Mez).

Mez divise également les *Billbergia* en trois sous-genres :

- 1) *Helicodea*, caractérisés par une inflorescence retombante, très farineuse et par des pétales enroulés jusqu'à la base;
- 2) *Jonghea*, dont l'inflorescence très farineuse, simple, est constituée par un épi dense, pyramidal, dressé, pétales tordus et porrifoliés;
- 3) *Eubillbergia*, caractérisés par une inflorescence farineuse ou glabre, lâche, paniculée ou simple, à fleurs sub-sessiles, courtement ou longuement pédicellées, pétales tordus et porrifoliés.

Notre plante, une des plus grandes du genre, appartient manifestement au sous-genre *Helicodea* et, par son aspect général, elle se rapproche du *B. Porteana* Brong., que Morren figura dans la *Belgique Horticole* (1876). Elle s'en distingue cependant par des dimensions plus fortes, des feuilles à plus grande surface, formant un tube plus long, plus large, par une hampe plus vigoureuse, par la couleur des pétales et leur révolution jusque contre les sépales, etc.,

Nous avons conservé le nom de *B. maxima*, qui caractérise si bien sa forte taille et sa grande vigueur. D'autre part, comme c'est sous cette appellation qu'elle est signalée dans deux brochures relatives aux hybrides de Broméliacées, nous devons le maintenir, afin d'éviter toute confusion dans l'avenir.

(1) Nous devons, en vérité, dire que cette dénomination figure, sans nom d'auteur, dans deux opuscules : 1° *Hybrides de Broméliacées cultivés en Europe*, par E. Th. WITTE (1894); 2° *Les Broméliacées hybrides d'obtention européenne*, par A. GRIESEN (1895). Ces auteurs la signalent comme individu parent ayant coopéré à la création d'un hybride, dont nous parlerons plus loin.

Voici la description du *Billbergia maxima* Ch. Chevalier, d'après une plante vivante :

Fort e espèce, vigoureuse, possédant de grandes feuilles, peu nombreuses (environ 8), presque égales entre elles, disposées de manière à former un long tube dressé, un peu ventru à la base, haut de 75 cm., large en moyenne de 8-9 cm.; feuilles longues de 80 cm. à 1 m., larges de 8 centim. sur presque toute leur longueur, très légèrement creusées en gouttière, pour la plupart, dressées, les extérieures seules un peu plus courtes, s'étalant horizontalement dans leur portion supérieure, très courtement acuminées, uniformément vert mat pâle, d'une texture très ferme, assez épaisses, co-



Fig. 18. — *Billbergia maxima* Ch. Chev.

riaces et bordées d'épines acérées, noires, distantes de 15-18 mm.; hampe cylindrique, couverte d'un épais duvet blanc, surgissant du tube foliaire et se courbant bientôt sous le faix de l'inflorescence, base ornée de belles grandes bractées, ovales-lancéolées, bombées, plus ou moins étalées, de 15-18 cm. de longueur sur 50-55 mm. de largeur, d'un beau rose intense, au nombre de 8 à 10, sur la partie pendante de la hampe, espacées de quelques centimètres et s'arrêtant à la naissance des fleurs au-dessus desquelles elles forment un abri de la plus brillante apparence; fleurs, au nombre de 25 et plus, formant un épi lâche, de 20-25 cm. de long, dont l'axe est recouvert d'une forte pubescence cotonneuse, veloutée, blanche, écartées de leur support, plus cu

moins espacées, très longues (10-12 cm.) et sessiles à l'aisselle d'une bractéole tomenteuse à peine visible; ovaire anguleux, de 15 mm. de long, sur 7 mm. de large, obscurément trigone, couvert d'un abondant duvet blanc, marqué de côtes noires, très apparentes; calice tubuleux à la base, se divisant rapidement en trois lobes dressés, ovales, dépassant l'ovaire de 8-10 mm., appliqués contre la corolle et couverts d'un duvet blanc grisâtre, teintés de violet et de brun sur les bords et au sommet; pétales insérés sur le tube du calice, présentant deux petites écailles à leur base, en ruban, longs de 9-10 cm., larges de 5-6 mm., allongés et convolutés avant l'anthèse, verdâtres à la base, décolorés au milieu et violet-bleuâtre au sommet, au moment de l'anthèse s'enroulant en dehors, sur eux-mêmes, comme un ressort de montre jusqu'au contact des sépales et découvrent alors les étamines et le pistil; étamines épigynes, à filets longs, droits, violets, terminés par une anthère longue de 27-30 mm.; style droit, épais, coloré en violet au sommet, comme les trois branches stigmatiques péta-loïdes et contournées en spirale.

Espèce très rare et très belle ; fleurit en avril-mai.

La beauté du *B. maxima* devait tenter les chercheurs de variétés nouvelles. C'est ce qui incita notre prédécesseur, feu M. Joseph Maréchal à procéder à l'hybridation rappelée ci-dessous.

Ayant croisé le *B. pallescens* K. Koch (1) par le *B. maxima* Ch. Chev., il obtint en 1894, un magnifique hybride, l'un des plus beaux du genre, qu'il dénomma *B. × Gravisiana* Hort. Leod., en l'honneur de M. Gravis, alors directeur du Jardin Botanique de l'Université de Liège.

La plante, très robuste, avec des feuilles vert foncé, grandes, larges et obtuses, développe une hampe florale vigoureuse, terminée par une panicule, gracieusement réfléchie, ornée à la base de belles grandes bractées rouge carminé vif, dont les trois inférieures accompagnent des épillets pluriflores. Les autres fleurs, une douzaine environ, insérées directement sur le rachis, possèdent un ovaire, des sépales et des pétales présentant beaucoup d'analogie avec ceux de la plante mère.

Un autre croisement, opéré par nous, en 1913, entre le *B. fastuosa*

(1) Le nom de *Billbergia pallescens* a été donné à deux plantes différentes, de la section des *Eubillbergia*.

Mez donne le nom de *B. pallescens* Ba. (non K. Koch) à une plante que Baker appelle *B. Bakeri* Ed. Morren; le savant botaniste liégeois a décrit et figuré cette espèce, sous ce dernier nom, dans la *Belgique Horticole* (1880).

Le *B. pallescens* K. Koch, qui a été utilisé par notre prédécesseur dans l'hybridation en question, est rapporté, par les auteurs modernes au *B. speciosa* Thunb. Ed. Morren le décrit et le figura dans la *Belgique Horticole* (1865), sous le nom de *B. pallescens* K. Koch. Dans le même journal, en 1875, il figura et décrivit le *B. amœna* Lindl., qu'il donna comme synonyme de *B. speciosa* Thunb. et lui rapporta le *B. pallescens* K. Koch qu'il considère comme une forme naturelle, plus belle, différente du type par sa taille plus élevée, son feuillage presque lisse, ses bractées rouge vif et sa panicule très fournie, souvent rameuse.

Le *B. speciosa* Thunb., qui semble une espèce polymorphe, renferme un certain nombre de formes (dont le *B. pallescens* K. Koch est la plus belle), différant entre elles par des caractères horticoles assez bien tranchés, mais insuffisants cependant, au point de vue botanique, pour permettre la création d'espèces distinctes.

Berr (1), fécondé par le *B. maxima* Ch. Chev., a donné une série de plantes dont la première fleurit en 1917 et la seconde en 1921. Nous leur avons donné le nom de *B. × Marquis de Villalobar* Hort. Leod., en souvenir de l'Ambassadeur d'Espagne, dont le rôle pendant la guerre lui valut la reconnaissance des Belges.

Les plantes, très vigoureuses, se rapprochent beaucoup du *B. maxima* (2), par leurs feuilles, grandes, larges, coriaces, érigées, mais elles en diffèrent par la hampe. Celle-ci, recouverte d'un léger duvet blanc, dépasse un peu les feuilles; elle est dressée comme dans le *B. fastuosa*, sauf dans sa partie supérieure qui est légèrement arquée. La base est garnie de belles bractées, longues de 10 cm., rose intense vermillonné, recouvert d'une très légère pruine.

L'inflorescence est un épi dense formé d'une vingtaine de fleurs, non accompagnées de bractées, sauf les trois supérieures. Le calice est recouvert d'un duvet blanc et la corolle, à pétales enroulés, de 6-7 cm. de long, est violet-bleuâtre.

Cet hybride, comme le *B. × Gravisiana*, tiendra une place honorable dans toutes les collections de plantes de serre tempérée. Ses fleurs présentent l'avantage, précieux chez ce genre de plantes, de rester longtemps fraîches et de coopérer par leur beauté et leurs dimensions, à l'ornementation des serres.

× *Vrieslandsia* Professeur Bouillenne Ch. Chevalier.

L'hybridation est une arme puissante, qui, dans les mains des jardiniers expérimentés, a révolutionné plus d'un genre de plantes. C'est, en effet, un puissant levier qui leur permet de pétrir, de modifier, nous dirons presque à leur gré, la matière végétale.

Le plus bel exemple que l'on puisse citer est la famille des Orchidées. Les nombreux hybrides spécifiques et bigénériques existant actuellement sont là pour attester la malléabilité des nombreux genres et

(1) Le *B. fastuosa* Beer est considéré comme une forme naturelle du *B. pyramidalis* Lindl. Cette espèce appartient au sous-genre *Jonghea*, créé par Lemaire, pour caractériser les espèces développant une inflorescence dense sur une tige florale érigée. Une série de plantes présentant des différences appréciables pour le jardinier, mais de peu de valeur pour le botaniste, ont toutes été rapportées par Mez au *B. pyramidalis* Lindl. Ce sont notamment : le *B. fastuosa* Beer, dont il est question ci-dessus, le *B. thyrsoides* Mart., le *B. splendida* Lem., le *B. longifolia* K. Koch, le *B. Croyana* De Jonghe, etc.

Le *B. pyramidalis* Lindl. est une belle espèce, à rosette plus ou moins ouverte et à feuilles plus ou moins larges suivant les variétés, vert sombre, plus ou moins zonées à la page inférieure; hampe farineuse, terminée par un épi dressé, multiflore, plus ou moins régulier, corymbiforme ou ovale, composé de fleurs plus ou moins régulières, tubuleuses dans leur ensemble, légèrement arquées, de couleur rouge pourpre.

Dans le *B. pyramidalis*, variété *fastuosa*, qui a servi à notre hybridation, les pétales sont violets à leur extrémité.

(2) L'une d'entre elles cependant nous apparaît comme un gigantesque *B. fastuosa*, avec des feuilles amples, coriaces, bordées d'épines acérées.

espèces de ces bijoux exotiques et le talent des jardiniers qui ont su en tirer parti.

Mais, si les Orchidées nous offrent tant de richesses acquises par nos soins, il n'en est pas de même des Broméliacées, qui, jusqu'à présent, n'ont guère produit d'hybrides bigénériques. Certes, les jardiniers ont créé, chez les *Vriesea* et les *Billbergia* de nombreux hybrides de valeur, mais les hybrides entre genres différents sont extrêmement rares.

Nous n'en connaissons qu'un seul, obtenu par Em. Lemoine, de Nancy, à la suite d'un croisement entre le *Guzmania* (*Caraguata*) *Zahnii* Mez et le *Vriesea splendens* Lem. On le connaît dans les cultures, où il est très rare, sous les noms de $\times$ *Vriesea magnifica* Ed. Morr., de $\times$ *Caraguata magnifica* ou encore de $\times$ *Tillandsia magnifica* Hort. Lem.

Le port est celui des *Guzmania*, mais son inflorescence rappelle celle des *Vriesea*. Les feuilles sont nombreuses, souples et élégantes, vertes, fortement teintées de rouge vineux. La tige florale, haute, érigée, dépassant de beaucoup les feuilles, se termine par une panicule formée d'épis dressés, garnis de bractées rouge-orangé, entourant des fleurs jaunes. La plante n'est pas très florifère.

Les *Tillandsia* et les *Vriesea* sont deux genres très voisins que Baker réunit même en un seul sous le nom de *Tillandsia*. Mez et autres broméliographes les séparent au contraire, comme le fait d'ailleurs la pratique horticole. Ils diffèrent l'un de l'autre par plusieurs caractères, notamment par la présence de ligules à la base des pétales chez les *Vriesea* et leur absence chez les *Tillandsia*, par les fleurs couleur crème, jaunes ou virescentes (jamais bleues ou violacées) chez les premiers, ordinairement bleues ou violacées, rarement blanches ou jaune pâle ou rougeâtres, très rarement virescentes chez les seconds.

Malgré l'affinité existant entre ces deux genres, les croisements entre leurs espèces présentent de sérieuses difficultés et nous ne sachons pas qu'il en existe dans les cultures. Après de très nombreux essais, nous sommes parvenus à réussir quelques croisements : l'un, fait en janvier 1912, entre le *Vriesea* $\times$ *Wallonia* (*V.* $\times$ *leodiense* (*V.* *Morreniana* $\times$ *V. Barrillerii* Ed. Morr.) $\times$ *V. van Geertii* Duv.), fécondé par le *Tillandsia fasciculata* Su., n'a produit qu'une seule plante, à facies de *Vriesea* et qui n'a pas encore fleuri.

Un autre, celui dont nous voulons entretenir aujourd'hui nos lecteurs, provient du *Vriesea* $\times$ *Souvenir de Joseph Mawet*, fécondé en 1922, par le *Tillandsia caespitosa*. La première plante hybride a fleuri en mars dans nos serres.

Le *Tillandsia caespitosa* Cham. et Schlecht., dénommé par Baker *T. Schlechtendalii* et par Morren *Vriesea caespitosa*, porte encore les noms de : *Tillandsia multicaulis* Steud. et de *Vriesea Schlechtendalii* Wittm. Il fut introduit du Mexique en 1883 et fut classé par Mez, dans le sous-genre *Platystachys* Beer, caractérisé par ses étamines aussi longues que les pétales.

Cette espèce, peu commune, se rapproche beaucoup des *Vriesea* par son port et son inflorescence. Les feuilles, à base ovale de 5 cm. de

large, lancéolées, longues de 30 cm., larges au milieu de 3 à 4 cm., sont minces, flexibles, glabres, vertes. La plante produit plusieurs tiges florales : 3 à 5 et davantage suivant sa force. Ces hampes prennent naissance, non au centre de la rosette de feuilles, mais s'étagent, caractère rare, latéralement. Le pédoncule, plus court que les feuilles, se termine par un épi simple, dense, 12-15 cm. de longueur, sur 5 cm. de largeur, formé de bractées ovales, aiguës, très rapprochées, rose pâle, de 4 à 5 cm. de long et 2 cm. de large. Les pétales violets, ligulés, forment un tube légèrement arqué sortant longuement de la bractée.

Le *Vriesea* × *Souvenir de Joseph Mawet* est un hybride de première génération, obtenu en 1891, au Jardin Botanique de Liège, à la suite du croisement du *V. psittacina* Lindl. par le *V. recurvata* Gaud. C'est une belle variété intermédiaire entre les parents, mais se rapprochant davantage du père, avec des bractées rouge orangé passant au jaune dans la moitié supérieure.

Le *V. psittacina* Lindl. est une plante naine, à feuilles linéaires, ligulées, gracieusement recourbées et plus ou moins ondulées, vert pâle ou jaunâtre, de 15 à 20 cm. de longueur. Les fleurs, insérées sur un épi lâche, allongé, à rachis rouge, au sommet d'une hampe de 25-30 cm., ont des pétales verts à la pointe et sont accompagnées d'une bractée rouge et jaune brillant.

Le *V. incurvata* Gaud. donne des feuilles assez nombreuses, plutôt courtes, largement engainantes à la base, d'un beau vert luisant et disposées en rosette ouverte. Les fleurs sont longuement tubuleuses, jaunes avec le sommet vert. Elles sont insérées à l'aisselle des bractées jaune-orange et rouge, boursoufflées, ovales-lancéolées; très rapprochées, celles-ci masquent le rachis et sont terminées par un bec incurvé. L'épi, qui rappelle la forme de celui du *T. cæspitosa*, est robuste et dense. La *Belgique Horticole* de 1882, a publié une planche coloriée de ces deux espèces.

Le croisement entre le *V. × Souvenir de Joseph Mawet* et le *T. cæspitosa* a été opéré en 1920 et les graines semées en mars 1921 ont produit une série de plantes dont la première a développé sa hampe en décembre 1930 et épanoui sa première fleur le 31 mars 1931.

Cet hybride bigénérique, que nous avons dénommé × *Vrieslandsia*, par association du nom des deux parents, a été dédié au Professeur R. Bouillenne, directeur de l'Institut de botanique de l'Université de Liège.

Très intéressant au point de vue de son origine, il l'est aussi par la conformation de sa hampe et la beauté de son inflorescence.

Par son port et son aspect général, l'hybride rappelle le père (*T. cæspitosa*), mais il en diffère notamment par sa hampe, la couleur des fleurs, etc. On peut dire que sous ce rapport, il est nettement intermédiaire entre les deux parents. Il est entièrement stérile : les anthères, parfois avortées, ne renferment pas de pollen et le stigmate, lui-même, est souvent mal organisé. Il arrive souvent aussi que les fleurs ne s'épanouissent pas; elles se décolorent sans s'ouvrir et sans se dégager de la bractée. Chez les parents, les fleurs situées à l'aisselle des bractées infé-

rieures s'épanouissent d'abord, puis successivement les fleurs supérieures; au contraire, ici, ce sont les fleurs du sommet des épis qui se sont ouvertes les premières, les autres se sont épanouies peu après et presque toutes en même temps.

L'inflorescence présente une curieuse particularité. La hampe se développe au centre de la rosette de fleurs, et, au lieu de porter, comme chez les parents, des feuilles bractéiformes très courtes, appliquées contre la tige, elle est garnie, au contraire, de feuilles étalées, de plus en plus longues et se confondant à la base avec celles de la rosette. Les épis, au lieu d'être dispersés, comme dans le *T. cæspitosa*, entre les feuilles de la rosette, sont groupées en une inflorescence paniculée et étagés sur une forte hampe centrale. Les épis supérieurs, colorés, se dégagent bien au-dessus du feuillage, d'autres situés plus bas sont peu ou pas colorés; ils restent plus petits et cachés dans l'aisselle des feuilles.

La floraison a été très irrégulière et la forme des fleurs très variable : les premières qui se sont épanouies avaient des pétales très longs, arqués à leur partie supérieure, chez d'autres les pétales dépassaient à peine la bractée et presque toutes les fleurs de la base des épis se sont décolorées sans s'ouvrir. Les pétales ne présentaient pas d'écailles à leur base, ce qui rapproche donc l'hybride des *Tillandsia*.

La forme des épis constituant l'inflorescence est également variable. L'épi terminal, allongé, pointu, rappelle le *V. psittacina* au début de sa floraison, tandis que les épis latéraux, plus courts, avec leurs bractées à sommet incurvé, rappellent le *Vriesea incurvata* ou le *Tillandsia cæspitosa*.

Voici, d'ailleurs, la description de l'hybride, prise sur le vif :

Plante de dimensions moyennes : 50 cm. de largeur sur 30-35 cm. de hauteur, rappelant dans son ensemble le *T. cæspitosa*; feuilles assez nombreuses (15-20), en rosette bien ouverte, minces, plutôt étalées, lisses et vert clair brillant sur les deux faces, pourvues à la base d'une gaine de 10-12 cm. de long, large de 60-65 mm., ovale-oblongue, insensiblement atténuée en un limbe canaliculé de 40 cm. de long, large de 35 mm., à bords unis, longuement lancéolées, pointues et incurvées gracieusement au sommet, feuilles centrales successivement plus courtes et les plus intérieures s'insérant sur la hampe; inflorescence en sorte de panicule composée d'un épi distique terminal, oblong-allongé, de deux épis latéraux visibles, colorés, de forme quelque peu différente et de trois autres épis à peine développés et cachés dans l'aisselle des feuilles qui les accompagnent, dressée, haute de 45 cm., s'élevant au-dessus du feuillage et présentant une singulière disposition, qui ne se rencontre chez aucun des parents; naissant au centre de la rosette de feuilles, sur une hampe courte, épaisse, garnie à la base de feuilles vertes, étalées, analogues à celles de la rosette, mais plus petites et diminuant insensiblement de grandeur pour arriver à ne plus former, au voisinage de l'épi terminal, que de courtes bractées engainantes, appliquées contre la hampe et se teignant insensiblement vers leur sommet en rouge-verdâtre; épi terminal distique, allongé, oblong, long de 13 cm., large de 3 cm., épais, se présentant avec des bractées très rapprochées, très serrées, au nombre de 15, se recouvrant parfaitement et cachant entièrement le rachis, peu incurvées, rouge légèrement orangé au début et devenant rouge-cerise au moment de la floraison; épis latéraux distiques également, s'insérant sous l'épi terminal et naissant à l'aisselle de grandes feuilles bractéiformes vertes, deux d'entre eux, les supérieurs, arrivant à hauteur des feuilles, colorés comme l'épi terminal, mais en différant par la forme, plus courts (8-9 cm.), un peu plus larges (34 mm.) et à bractées moins appliquées les unes sur les autres, moins

serrées et ayant leur extrémité un peu incurvée en bec de corbin, portant huit fleurs et brièvement insérés sur la hampe, à l'aisselle de grandes feuilles bractéiformes, vertes, les trois autres épis, dont un seulement est coloré en rouge, très petits et restant cachés dans l'aisselle des feuilles de la partie moyenne de la hampe; fleurs subsessiles, allongées, tubuleuses; sépales verts, courts, cachés par la bractée; pétales ligulés, dépourvus d'écailles à la base, blanc crème transparent, teinté de violet diffusant au sommet et sur les bords; chez les fleurs supérieures, longs, avec leur sommet incurvé, plus ou moins campanuliformes; chez d'autres, pas étalés au sommet et formant un tube plus ou moins long, légèrement arqué; fleurs inférieures ne s'ouvrant pas et les pétales, peu dégagés de la bractée, se décolorant rapidement; étamines adnées à la base des pétales, plus courtes que ceux-ci et stériles; anthères, parfois avortées, ne renfermant pas de pollen; style un peu plus long que les étamines, se terminant par un stigmate formé de trois branches papilleuses, étalées, parfois réduites à une ou deux branches, par suite de l'avortement des deux autres.



Fig. 19. — *x Vrieslandsia Professeur Bouillenne* Ch. Chev.

Le même semis a donné naissance à plusieurs autres plantes, dont une remarquablement belle, plus forte que celle qui vient de fleurir, avec des feuilles rubanées de jaune.

Toutes ces plantes présentent l'aspect général du *T. caspitosa*, mais certaines ont des feuilles un peu plus larges. Une d'entre elles est curieuse : les feuilles inférieures sont longues et rappellent celles du *T. caspitosa* et au centre de celles-ci, sans transition, il s'est formé une rosette de feuilles sensiblement plus courtes, d'un aspect différent, rappelant plutôt le feuillage d'un jeune *V. incurvata*.

La floraison de ces plantes ne tardera pas et nous espérons qu'elle nous réservera d'heureuses surprises.

